



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**Seleção entre e dentro de famílias F_3 para resistência ao etileno em
pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.)**

GIOVANA PATRÍCIA SANTOS SALES DE VASCONCELOS

AREIA – PARAÍBA

MAIO - 2017

**Seleção entre e dentro de famílias F3 para resistência ao etileno em
pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.)**

Giovana Patrícia Santos Sales de Vasconcelos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento as exigências para a obtenção do grau de Doutor em Agronomia, área de concentração Agricultura Tropical.

Orientação:

Profa. Dsc. Elizanilda Ramalho do Rêgo

AREIA – PARAÍBA

MAIO-2017

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia - PB

V331s Vasconcelos, Giovana Patrícia Santos Sales de.
Seleção entre e dentro de família F₃ para resistência ao etileno em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) / Giovana Patrícia Santos Sales de Vasconcelos.
- Areia: UFPB/CCA, 2017.
xiii, 74 f. : il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientadora: Elizanilda Ramalho do Rêgo.

1. Pimenteiras ornamentais – Diversidade genética 2. Pimentas – Sensibilidade 3. *Capsicum annuum* – Pós-produção I. Rêgo, Elizanilda Ramalho do (Orientadora) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 633.842(043.2)

Seleção entre e dentro de família F₃ para resistência ao etileno em pimenteiras
ornamentais (*Capsicum annuum* L.)

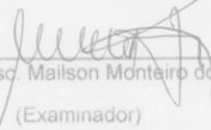
Giovana Patrícia Santos Sales de Vasconcelos

Tese Aprovada em 30 de maio de 2017

Banca examinadora



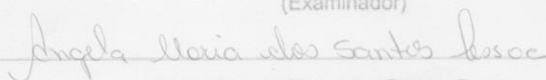
Professora Dsc. Elizaniida Ramalho do Rêgo
(Orientadora)



Professor Dsc. Mailson Monteiro do Rêgo
(Examinador)



Dsc. Emmanuelle Rodrigues Araújo
(Examinador)



Dsc. Angela Maria dos Santos Pessoa
(Examinador)

Aos meus pais, por todo o esforço e credibilidade depositada em mim.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as conquistas que ele me concedeu e por todas as vezes que ele não me permitiu desistir, acompanhando-me por todos os dias de minha vida, levantando-me nas quedas e me trilhando pelo melhor caminho.

Aos professores Elizanilda (Orientadora) e Mailson, exemplo de casal a ser seguido, admirados por mim pelo respeito e carinho que um tem pelo outro, pela oportunidade de trabalhar na área de melhoramento, pelos conhecimentos que me ajudaram a adquirir, pela paciência que tiveram comigo ao receber a notícia de duas gravidezes durante o período de doutorado e a todo carinho e dedicação dedicado a mim durante esse período que me senti tão confusa e insegura.

Ao programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de aumentar meus conhecimentos e me especializar profissionalmente.

A CAPES, pela concessão da bolsa, permitindo assim que minha pesquisa se concretizasse com êxito.

Aos colegas de trabalho pelo companheirismo e pela ajuda concedida a mim no período em que precisei me ausentar do laboratório, bem como, por todos os momentos de descontração

Aos meus pais, Genival e Ana Lúcia, pelo carinho, amor, compreensão, dedicação, paciência que tiveram comigo durante todos esses anos de estudo, sempre se esforçando para me oferecer o melhor e me ensinando o valor dos estudos.

Aos meus avós, Nicinha e Manoel, que sempre estiveram presentes torcendo pela minha vitória e me incentivando a caminhar sempre pelo rumo certo.

Ao meu esposo Adnan Araújo de Vasconcelos e aos meus pequenos: Indira Sales de Vasconcelos e Giovani Sales de Vasconcelos pela paciência e pelos momentos que precisei ser ausente para alcançar meus objetivos.

As minhas irmãs Ana Karla e Kaliana e os meus sobrinhos Mariana e Pedro, pela paciência e força concedida nos momentos difíceis e pelo incentivo nos momentos em que me senti fragilizada.

Aos meus tios Leonardo e Gilga e primos Tália, Danilo e Felipe, pelo apoio concedido durante esta caminhada.

Aos sogros, cunhados e agregados, por ficar sempre na torcida por mim, acreditando que posso atingir meus objetivos.

A minha família de modo geral, por todo o apoio e dedicação que tiveram comigo, sempre torcendo pela minha vitória e felicidade.

A todos, meu muito obrigada!

VASCONCELOS, Giovana Patrícia Santos Sales. **Seleção entre e dentro de família F3 para resistência ao etileno em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L).** Orientadora: Elizanilda Ramalho do Rêgo.

Resumo Geral

As pimenteiras pertencem a família Solanácea e ao gênero *Capsicum*, compreendendo entre 33 e 34 espécies, as quais, representam um número grande e diversificado de plantas, sendo amplamente cultivadas em todo o mundo em razão da grande variedade de produtos, usos, formas de consumo e atributos ornamentais. Entretanto, apesar do valor comercial atribuído as pimentas, procedimentos referentes ao manuseio e a pós-colheita, ainda são desconhecidos quando se faz referência a fatores interligados a pós-produção, especialmente com relação a sensibilidade destas ao hormônio etileno. O objetivo desta pesquisa foi estudar a diversidade genética e a sensibilidade de pimenteiras ornamentais, (*Capsicum annuum*), em famílias F₃. Após atingirem ponto de comercialização, quando as pimenteiras apresentassem pelo menos 70% dos frutos maduros, as plantas foram transferidas da casa de vegetação para o laboratório e realizou-se a avaliação das seguintes variáveis: contagem de folhas, contagem de frutos e teor de clorofila. Posteriormente as plantas foram armazenadas em câmaras herméticas, com capacidade para 60 L, contendo 10 μ L L⁻¹ (PPM) do gás etileno. As contagens foram realizadas antes do tratamento e após um período de 48h, 96h e 144h de exposição ao hormônio etileno. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 11x3 (sete famílias + quatro testemunhas x 3 tempos) para avaliar a sensibilidade das pimenteiras ao hormônio. Para a avaliação da diversidade genética foi utilizado o método de agrupamento de Tocher. Observou-se que houve interação para a clorofila b, não havendo interação para as características folhas, frutos e clorofila a. Para a variável clorofila a e abscisão de folhas houve significância tanto para família como para tempo de exposição ($p \leq 0,01$), por outro lado, para a abscisão de frutos foi observada significância apenas para tempo. A família 35 e as testemunhas 77.3, 134.1 e Calypso, apresentaram as maiores perdas de clorofila b, já nas 96h de exposição ao etileno. Quanto a sensibilidade ao hormônio etileno, a família 35 foi a que se apresentou mais sensível para todas as variáveis analisadas. As maiores perdas de folhas e a maior perda no teor de clorofila a ocorreu no tempo 144h. As famílias apresentaram diferentes níveis de sensibilidade ao hormônio etileno. Quanto a diversidade genética, foi possível observar, pelo método de otimização de Tocher, que existe variabilidade, nas famílias estudadas, para fatores relacionados a pós-produção. As famílias UFPB17 e UFPB 47 foram as que apresentaram maior formação de grupos: oito grupos, em contraste, a família UFPB 56 foi a que apresentou a menor formação de grupos: apenas três. A família UFPB 35 formou sete grupos. As famílias UFPB 55, UFPB 53 e UFPB 30, formaram cinco grupos. Pelo método de Singh, foi possível identificar, que a característica abscisão de folhas foi a que mais contribuiu com a divergência genética encontrada para a maioria das famílias. Entretanto, a característica que menos contribuiu com a divergência genética, para a maioria das famílias avaliadas, foi a variável abscisão de frutos. Todas as famílias estudadas, apresentaram diversidade genética, pelo Método de Tocher, para as variáveis analisadas.

Palavras - chave: Etileno, Longevidade Pós-Produção, Pimentas.

VASCONCELOS, Giovana Patrícia Santos Sales. **Selection between and within the family F3 for resistance to ethylene in ornamental pepper plants (*Capsicum annuum* L).** Advisor: Elizanilda Ramalho do Rêgo.

General summary

The pepper plant belongs to the *Solanaceae* family and the genus *Capsicum*, comprising between 33 and 34 species, which represent a large and diversified number of plants, being widely grown throughout the world due to the wide variety of products, uses, forms of consumption and ornamental attributes. However, despite the commercial value attributed to peppers, handling procedures and post-harvesting, are still unknown, especially when referring to linked factors to post-production, especially related to the sensitivity of these to ethylene hormone. This study aimed to research the genetic diversity and the sensitivity of ornamental pepper plants, (*Capsicum annuum*), in F3 families. After reaching a marketing point, when the pepper plants presented at least 70% of the ripe fruits, the plants were transferred from the greenhouse to the laboratory and the evaluation of the following variables was carried out: counting of leaves, counting of fruits and content of chlorophyll. Subsequently, the plants were stored in hermetic chambers, with a capacity of 60 l, containing 10 μ L L-1 (PPM) of ethylene gas. The counts were performed prior to treatment and after a period of 48, 96 and 144 hours of exposure to ethylene hormone. The experimental design used was entirely randomized, with a 11x3 factorial arrangement (seven families x four witnesses x 3 times) to evaluate the sensitivity of peppers to the hormone. For the evaluation of genetic diversity, the Tocher grouping method was used. It was observed that there was interaction for chlorophyll B, with no interaction for the characteristic leaves, fruits and chlorophyll A. For the variable chlorophyll a and leaf abscission there was significance both for family and for exposure time ($p \leq 0.01$), on the other hand, for fruit abscission was observed significance only for time. The 35 family and the witnesses 77.3, 134.1 and Calypso, presented the biggest losses of chlorophyll B, in the 96h of exposure to ethylene already. In terms of sensitivity to ethylene hormone, the 35 family was the one that presented more sensitive to all the variables analyzed. The biggest loss of leaves and the largest waste in the content of chlorophyll A occurred in 144h time. The families presented different levels of sensitivity to ethylene hormone. With respect to genetic diversity, it was possible to observe, by the method of optimization of Tocher, that there is variability, in the families studied, for factors related to post-production. The families UFPB17 and UFPB 47 were the ones that presented greater formation of groups: eight groups, in contrast, the family UFPB 56 was the one that presented the smallest formation of groups: only three. The family UFPB 35 formed seven groups. The families UFPB 55, UFPB 53 and UFPB 30, formed five groups. By Singh's method, it was possible to identify, that the abscission characteristic of leaves was the one that contributed most to the genetic divergence found in most families. However, the characteristic that contributed less to genetic divergence, for most families evaluated, was the variable abscission of fruit. All the families studied, presented genetic diversity, by the method of Tocher, for the analyzed variables.

Keywords: ethylene, peppers, post-production longevity.

LISTA DE TABELAS

Capítulo I	23
Avaliação da sensibilidade de pimenteiras ornamentais submetidas a ação do hormônio etileno no período de pós-produção	23
Tabela 1. Resumo da análise de variância de abscisão de folhas, de frutos de clorofila a e b em famílias F ₃ de pimenteiras ornamentais	29
Tabela 2. (%) Porcentagem acumulada de perda de clorofila <i>b</i> das famílias F ₃ x tempo de exposição ao etileno em relação a clorofila <i>b</i> em <i>Capsicum annuum</i> L.	30
Tabela 3. Médias das variáveis quantitativas avaliadas em famílias F ₃ de <i>Capsicum annuum</i> L. submetidas a aplicação de etileno no intervalo de tempo de 48, 96 e 144 horas	31
Tabela 4. Médias das variáveis quantitativas dos tempos da ação do etileno em sete famílias F ₃ de pimenteiras ornamentais da <i>Capsicum annuum</i> L.	34
Capítulo II	40
Diversidade genética entre e dentro de famílias de pimenteiras ornamentais (<i>Capsicum annuum</i> L.) para fatores de pós-produção	40
Tabela 1. Agrupamento de genótipos pertencentes a sete famílias F ₃ de <i>C. annuum</i> L., com base no método de Tocher	46
Tabela 2. Contribuição relativa das variáveis mais importantes para divergência genética dentro de famílias F ₃ em <i>C. annuum</i> (Singh, 1981)	50

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I	23
Avaliação da sensibilidade de pimenteiras ornamentais submetidas a ação do hormônio etileno no período de pós-produção	23
Figura 1. Simulação esquemática do experimento para aplicação do hormônio etileno em pimenteiras ornamentais	27
Figura 2. Genótipos de pimenteira ornamental (<i>C. annuum</i> L.) pertencentes ao Banco de Germoplasma/CCA/UFPB antes (A) e após (B) tratamento com etileno (concentração 10 $\mu\text{l L}^{-1}$ nos tempos 48h, 96h e 144h de exposição)	38
Capítulo II	40
Diversidade genética entre e dentro de famílias de pimenteiras ornamentais (<i>Capsicum annuum</i> L.) para fatores de pós-produção	40
Figura 1. Simulação esquemática do experimento para aplicação do hormônio etileno em pimenteiras ornamentais	43

SUMÁRIO

Resumo geral	vii
Abstract	viii
1. Introdução geral	13
2. Objetivos	17
2.1 Objetivo geral	17
2.2 Objetivos específicos	17
3. Referências	18
Capítulo I	23
Avaliação da sensibilidade de pimenteiros ornamentais submetidas a ação do hormônio etileno no período de pós-produção	23
Resumo	23
1. Introdução	24
2. Material e Métodos	26
3. Resultados e Discussão	28
4. Conclusões	34
5. Referências	35
Capítulo II	40
Diversidade genética entre e dentro de famílias de pimenteiros ornamentais (<i>Capsicum annuum</i> L.) para fatores de pós-produção	40
Resumo	40
1. Introdução	40
2. Material e Métodos	42
3. Resultados e Discussão	44
4. Conclusões	52
5. Referências	52

1. INTRODUÇÃO GERAL

As pimenteiras pertencem à família Solonácea e ao gênero *Capsicum* compreendendo entre 33 e 34 espécies, das quais cinco são domesticadas *C. annum*, *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. chinense* e *C. pubescens* (MOSCONE et al., 2007; BARBOZA et al., 2011). Essas espécies exibem grande variabilidade fenotípica e apresentam grande versatilidade de usos (PEREIRA et al., 2015), porém, destas espécies, a *Capsicum annum* é considerada uma das mais importantes por abranger quase todas as variedades cultivadas (OLSZEWSKA et al., 2011).

As pimenteiras representam um grupo grande e diversificado de plantas (FINGER; PEREIRA, 2016) sendo amplamente cultivadas em todo o mundo, em razão da grande variedade de produtos e atributos ornamentais (BARROSO et al., 2015). Esta diversidade, de plantas de pimenteiras, pode ser utilizada em programas de melhoramento genético que tenham como objetivo a produção de pimenteiras ornamentais, conforme vem sendo utilizado em diversos trabalhos (NASCIMENTO et al., 2012; RÊGO et al., 2013; SILVA-NETO et al., 2014; PESSOA et al., 2015; COSTA et al., 2016).

As pimenteiras ornamentais têm adquirido uma grande aceitação pelo mercado consumidor se tornando bastante popular na Europa e nos Estados Unidos (RÊGO et al., 2011). Consumidores que apresentam maior poder aquisitivo, já estão buscando pelas pimenteiras ornamentais em casas de floricultura o que pode contribuir para aumentos nas fontes de renda das populações agrícolas (BOSLAND et al., 1994).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR), no ano de 2014, o mercado Brasileiro de floricultura, faturou, aproximadamente, US\$ 5,7 bilhões, com possibilidades de crescimento de 8% no ano de 2015, permitindo-se dizer que o setor de floricultura e plantas ornamentais vem adquirindo espaço, recentemente, tanto no Brasil como nos Estados Unidos. O Brasil possui, atualmente, em torno de oito mil produtores de flores e plantas, gerando 215.818 empregos diretos (IBRAFLOR, 2015). E cerca de 18 mil pontos de vendas para distribuição varejistas de flores e plantas ornamentais (SEBRAE, 2015).

Por apresentar atributos próprios de grande valor comercial, incluindo porte, tamanho das plantas, cor contrastante de frutos e folhas, diferentes estágios de maturação dos frutos (CARVALHO et al., 2015), harmonia de vaso, altura da planta, altura total (planta + vaso) e posição de frutos e folhas (BARROSO et al., 2012), é que a produção de pimenteiras, com finalidades ornamentais, vem aumentando

expressivamente no país (FINGER et al., 2012). Um dos motivos para esse aumento expressivo encontra-se na dupla finalidade das pimenteiras, partindo-se do pressuposto, que estas possuem portes que permitem ser cultivadas tanto em vasos como diretamente em campo. Nos últimos anos, o uso das pimenteiras ornamentais de corte tem sido bastante empregado nas confecções de arranjos florais (WIEN; MAZOUREK, 2012), contudo, o comércio de plantas ornamentais em vasos tem crescido mais do que o comércio de flores de corte (RÊGO et al., 2015).

Embora, os bancos de germoplasma de *Capsicum* do Brasil, possuam acessos de grande potencial ornamental (FRANÇA, 2015) apenas as plantas de pimenteiras que apresentam tamanhos reduzidos e harmonia de vaso, podem ser comercializadas como plantas ornamentais (RÊGO; RÊGO, 2016), partindo-se da premissa, de que nem todo cultivar de pimenteiras ornamentais apresenta boa adaptação para o cultivo em vasos em decorrência da variação existente que pode ser até mesmo dentro de uma mesma espécie (RÊGO et al., 2011)

Conforme Regan e Dole (2010), apesar de muitas pimenteiras apresentarem valor comercial significativo, os procedimentos referentes ao manuseio e pós-colheita, ainda são desconhecidos. Além disto, poucos estudos, interligados a fatores de produção, em pimentas ornamentais, têm sido realizados, como por exemplo, testes de sensibilidade ao etileno (BATISTA et al., 2013; SANTOS et al., 2013, SEGATTO et al., 2013; NASCIMENTO et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2015 a, SANTOS et al., 2015; RÊGO; RÊGO, 2016).

O etileno é um hormônio vegetal, produzido em baixas concentrações pelas plantas, estando suas funções relacionadas com o crescimento e desenvolvimento das plantas, floração, maturação de frutos e processos de senescência (CHEN et al., 2005, SANTOS et al., 2013; KERBAUY, 2013). Plantas sensíveis ao etileno tendem a apresentar efeitos indesejáveis, tais como: murchamento, secagem, epinastia, abscisão de folhas e frutos, entre outros (WOLTERING et al., 1996), em especial, quando submetidos as condições de transporte e comercialização, onde ficam expostas a baixa intensidade luminosa e altas temperaturas (HOYER,1996), não obstante, a concentração de etileno, que provoca esses efeitos deletérios, depende de determinados fatores, tais como: tempo de exposição, temperatura, estágio de desenvolvimento e sensibilidade da espécie ou variedade (HOYER,1996; SEGATTO et al., 2013).

A regulação da biossíntese do etileno é bastante complexa, envolvendo duas enzimas fundamentais a ACC sintase (ACS) e a ACC oxidase (ACO), ambas codificadas por famílias multigênicas, sendo o etileno sintetizado a partir do S-adenosilmetionina (SAM), considerado uma forma ativada de metionina (XU; ZHANG, 2015). Quanto ao mecanismo de ação, o etileno encontra-se classificado em duas famílias: Família I, composta pelo ethylene-receptor 1 (ETR1) e ethylene response sensor 1 (ERS1) e família II composta pelo ethylene-receptor 2 (ETR2), ethylene response sensor 2 (ERS2) ethylene insensitive 4 (EIN4), localizada nas membranas do retículo endoplasmático (GUO; ECKER, 2004; KERBAUY, 2013). O etileno se liga aos receptores para mediar às respostas associadas a ele, uma vez que, a ligação entre receptores e componentes de sinalização é essencial para a transdução de sinais nas plantas, sendo que a maioria das respostas associadas ao hormônio etileno são dependentes da sinalização dos receptores para a CTR1(constitutive triple response 1), regulador negativo da resposta ao etileno, e outras proteínas (BINDER; SCHALLER, 2015).

Quando o etileno se liga aos receptores localizados na membrana do retículo endoplasmático, o sinal é transmitido para o núcleo, o que resulta em acúmulo de fatores de transcrição sensíveis ao etileno que alteram as expressões dos genes para respostas fisiológicas (POEL; CHANG, 2015), ressaltando ainda, que o etileno possui alta afinidade com lipídeos, o que facilita sua difusão rápida pela casca de alguns fruto e seu transporte nas plantas ocorre livremente através dos espaços intercelulares (KERBAUY, 2013).

Entretanto, este hormônio tem afetado, de forma direta, a vida útil de plantas ornamentais cultivadas e comercializadas em vaso, influenciando na qualidade e longevidade das mesmas (HOYER, 1996).

Diante deste panorama, vários autores vêm realizando pesquisas relacionadas à pós-produção de pimenteiros ornamentais expostos ao etileno (SANTOS et al., 2013; SEGATTO et al., 2013; SANTOS et al., 2015; FINGER et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2015) relatando haver abscisão de frutos e folhas de pimenteiros ornamentais quando expostos a concentrações de $10\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno em ambiente hermeticamente fechado. Neste panorama, a Universidade Federal de Viçosa juntamente com Universidade Federal da Paraíba, vem desenvolvendo um programa voltado para o melhoramento de pimenteiros ornamentais, onde, um dos objetivos do programa é selecionar linhagens com

baixa sensibilidade ao etileno e maior longevidade em vasos, utilizando como estratégias: seleção, avaliação, hibridação dos genótipos e a diversidade genética (RÊGO et al., 2015; NASCIMENTO, 2015; RÊGO et al., 2012, BARROSO et al., 2012).

O uso da diversidade genética é de grande utilidade por permitir a identificação de genitores capazes de gerar híbridos com maior efeito heterótico e maior heterozigose, aumentando a probabilidade de obtenção de genótipos superiores em gerações segregantes (SUDRÉ, 2005; RÊGO et al., 2009). Por esta razão o uso de estimativas de dissimilaridade é de grande importância por quantificar e informar o grau de semelhanças e diferenças entre os possíveis genótipos (CRUZ; CARNEIRO, 2006; VASCONCELOS et al., 2007).

O uso de técnicas, por melhoristas, permite uma maior eficácia na avaliação do material genético, na seleção dos melhores materiais e na avaliação de divergência, considerando-se também, a contribuição e a importância relativa dos caracteres que contribuem para a variância total existente nas populações (RÊGO et al., 2011; RÊGO et al., 2013).

As técnicas multivariadas são bastante utilizadas pelos programas de melhoramento por estimar a divergência genética e o grau de dissimilaridade entre genótipos dentro de uma população melhorada (PEREIRA; CRUZ, 2003). Dentre os métodos mais utilizados nas análises multivariadas destaca-se a análise de agrupamento, a análise de componentes principais e a análise de funções ou variáveis discriminantes canônicas (MESQUITA, 2015).

A análise de agrupamento apresenta por finalidade reunir os indivíduos em grupos, de maneira que haja maior homogeneidade dentro dos grupos e maior heterogeneidade entre os grupos (CRUZ; REGAZZI, 2001). Dentro dos métodos de agrupamento, os mais empregados pelos melhoristas, são os hierárquicos e os de otimização. Para os métodos hierárquicos, são construídos dendogramas, pelo fato dos genótipos se agruparem em processos que se repetem em vários níveis sem que haja um número ótimo de grupos. Nos métodos de otimização, leva-se em consideração alguns critérios de agrupamento (BERTAN et al., 2009).

A análise de componentes principais forma combinações lineares a partir das variáveis originais de tal forma que as novas combinações, os componentes principais, apresentem variância máxima e sejam ortogonais entre si, uma vez que, cada componente principal representa uma combinação linear de todas as

variáveis originais, os quais são estimados para reter o máximo de informações, a partir de uma ordem de estimação, sobre a variação total contida nos dados, as variâncias dos componentes principais são os autovalores e os dados originais transformados são os autovetores (MUNIZ et al., 2014).

As variáveis canônicas medem a existência e a associação entre grupos que contenham variáveis aleatórias com o objetivo de encontrar pares de correlações lineares que apresentem a maior correlação possível (JOHNSON; WICHEM, 2007) sendo assim, as combinações lineares instituídas são chamadas de variáveis canônicas e as correlações existentes entre elas são determinadas variáveis canônicas (SILVA et al., 2014).

O presente trabalho será dividido em dois capítulos: I relacionando a sensibilidade de pimenteiros ornamentais submetidas a ação do etileno no período pós-produção e o II que aborda a diversidade genética de pimenteiros ornamentais do gênero *Capsicum* para fatores de pós-produção.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Estudar a diversidade genética e a sensibilidade de pimenteiros ornamentais, da espécie *Capsicum annuum*, pertencentes a sete famílias F₃, após serem submetidas a ação do hormônio etileno no período de pós-produção.

2.2 Objetivos específicos:

Contribuir com conhecimentos científicos para proporcionar continuidade ao programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais da Universidade Federal da Paraíba;

Estudar os efeitos do etileno nas pimenteiros ornamentais;

Analisar quais linhagens/ou acessos das sete famílias F₃ apresentam-se mais resistentes ao hormônio etileno na fase de pós-produção;

Avaliar a diversidade genética existente entre e dentro das famílias após submissão a ação do hormônio etileno.

3. REFERÊNCIAS

- BARROSO, P. A.; PESSOA, A. M. S. MEDEIROS, G. D. A. SILVA-NETO, J. J. RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Genetic control of seed germination and physiological quality in ornamental Pepper. **Acta horticulturae**, v.1087, p. 409-414, 2015.
- BARROSO, P. A.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; NASCIMENTO, K. S.; NASCIMENTO, N. F. F.; NASCIMENTO, M. F.; SOARES, W. S.; FERREIRA, K. T. C.; OTONI, W. C. Analysis of segregating generation for components of seedling and plant height of pepper (*Capsicum annuum* L.) for medicinal and ornamental purposes. **Acta Horticulturae**, v. 953, p. 269–275, 2012.
- BATISTA, D. S.; DIAS, L. L. C.; MACEDO, A. F.; RÊGO, M. M.; RÊGO, E. R.; FLOH, E. I. S.; FINGER, F. L.; OTONI, W. C. Suppression of ethylene levels promotes morphogenesis in pepper (*Capsicum annuum* L.). In Vitro Cellular & Developmental Biology. **Plant**, v. 1, p. 1-1, 2013.
- BERTAN, I.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C.; BENIN, G.; VIEIRA, E. A.; VALÉRIO, I. P. Morphological, pedigree, and molecular distances and their association with hybrid wheat performance. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 155-163, 2009.
- BINDER, B. M.; SCHALLER, G. E. Ethylene receptors-Biochemical events. In: WEN, CHI-KUANG. Ethylene in plants. **Springer**, 2015.
- BOSLAND, P. W.; IGLESIAS, J.; GONZALES, M. M. 'NuMex Centennial' and 'NuMex Twilight' ornamental chilis. **HortScience**, v. 29, n. 9, 1994.
- CARVALHO, M. G.; REGO, E. R.; SANTOS, C. A. P.; PESSOA, A. M. S.; FERREIRA, K. T. C.; RÊGO, M. M. Descritores qualitativos na estimativa da variabilidade fenotípica em geração segregante de pimenteiras ornamentais. In: SIMPÓSIO DA REDE DE RECURSOS 19 GENÉTICOS VEGETAIS DO NORDESTE, 2., 2015, Fortaleza. **Anais....** Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 2015.
- CHEN, Y. F.; ETHERIDGE, N.; SCHALLER, E. Ethylene signal perception. **Annals of Botany**, v. 95, p. 901-915, 2005.
- COSTA, L. V.; BENTES, J. L. S.; LOPES, M. T. G.; ALVES, S. R. M.; VIANA-JUNIOR, J. M. Caracterização de acessos de pimentas do Amazonas. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 3, 2015.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed., v. 2, Editora UFV: Viçosa, 2006.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV: Viçosa, 2004.
- CRUZ C. D.; REGAZZI A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ed. Editora UFV: Viçosa. 2001. 390p

FINGER, F. L.; PEREIRA, M. P. Physiology and Postharvest of Pepper Fruits. In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, L. F. Production and Breeding of Chili Peppers (*Capsicum* spp.) **Springer**, 2016.

FINGER, L. F.; SILVA, T. P.; SEGATTO, F. B.; BARBOSA, J. G. Inhibition of ethylene response by 1- methycyclopropene in potted ornamental pepper. **Ciência Rural**, v. 45, n. 6, 2015.

FINGER, F. L., RÊGO, E. R., SEGATTO, F. B., NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, M. M. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 267, p. 14-20, 2012.

FRANÇA, C. F. M. **Produção em vaso e pós-colheita de hastes de pimenteiros ornamentais (*Capsicum* spp.)**. 2015. 52f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2015.

GUO, H.; ECKER, J. R. The ethylene signaling pathway: new insights. **Current Opinion in Plant Biology**. www.sciencedirect.com, v. 7, p. 40-49, 2004.

HOYER, L. Critical ethylene exposure for *Capsicum annuum* 'Jane' is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage. **Journal of Horticultural Science**, v. 71, p. 621-628, 1996.

IBRAFLOR. **Análise conjuntural das exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil**. 2015. Disponível em <http://www.ibaflor.com.br>. Acessado em março de 2016.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. 6. ed. New Jersey: Prentice Hall, 794p, 2007.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. 431p.

MESQUITA, J. C. P. **Caracterização morfoagronômica e diversidade genética em populações F₃ de pimenteiros ornamentais (*Capsicum annuum* L.)**. 2015. 80f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. 2015.

MOSONE, E. A.; SCALDAFERRO, M. A.; GRABIELE, M.; CECCHINI, N. M.; GARCIA, Y. S.; JARRET, R.; DAVINA, J. R.; DUCASSE, BARBOZA, G. E.; EHRENDORFER, F. The evolution of Chili Peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a Cytogenetic Perspective. **Acta Horticulturae**, n. 745, p. 137-169, 2007.

MUNIZ, C. S. A. D.; QUEIROZ, S. A.; MASCIOLI, A. S.; ZADRA, L. E. F. Análise de componentes principais para características de crescimento em bovinos de corte. **Semina**, Londrina, v.35, n.3, p.1569-1576, 2014.

NASCIMENTO, N. F. F. **Variabilidade, correlação, análise de trilha e fatores de sensibilidade ao etileno em pimenteiros ornamentais (*Capsicum annuum* L.)**. 2015. 76f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, 2015.

NASCIMENTO, M. F.; RÊGO, E. R. NASCIMENTO, N. F. F.; SANTOS, R. M. C.; BRUCKNER, C. H.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Correlation between morfoagronomic traits and resistance to ethylene action in ornamental peppers. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 151-154, 2015a.

NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; FINGER, F.L.; SILVA-NETO, J. J.; RÊGO, M. M. Heritability and variability for port traits in a segregating generation of ornamental pepper. **Acta Horticulturae**, v. 953, p. 299-304, 2012.

OLSZEWSKA, D.; JEDRZEJCZYK, I.; NOWACZYK, P. Biometrical Assessment Of Interspecific Hybrids Of Capsicum Genus. **Vegetable Crops Research Bulletin**, v. 75, p. 21-30, 2011.

PEREIRA, I. S.; BARRETO, F. Z.; BALSALOBRE, T. W. A.; SALA, F. C.; COSTA, C. P.; CARNEIRO, M. S. Validação de marcadores moleculares associados á pungência em pimenta. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p.189-195, 2015.

PEREIRA, J. J.; CRUZ, C. D. Comparação de métodos de agrupamento para o estudo da diversidade genética de cultivares de arroz. **Revista Ceres**, v. 50, n. 287, p.41-60, 2003.

PESSOA, A. M. S.; REGO, E. R.; BARROSO, P. A.; RÊGO, M. M. Genetic Diversity and Importance of Morpho-Agronomic Traits in a. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 195-200, 2015.

POEL, B. V.; COOPER, E. D.; DELWICHE, C. F.; CHANG, C. An evolutionary Perspective on the plant hormone ethylene. . In: WEN, CHI-KUANG. Ethylene in plants. **Springer**, 2015.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Genetics and breeding of chili pepper *Capsicum* spp. In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, L. F. Production and Breeding of Chili Peppers (*Capsicum* spp.) **Springer**, 2016.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. Methodological basis and advances for ornamental pepper breeding program in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 309-314, 2015.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L.; NASCIMENTO, N. F. F.; NASCIMENTO, M. F.; SANTOS, R. M. C. Phenotypic Variability and Importance of Characters in a F2 Segregating Generation of Ornamental Chili (*Capsicum annuum*). **Acta Horticulturae**, v. 1000, p. 493-498, 2013.

RÊGO, E. R.; SANTOS, R. M. C.; RÊGO, M. M.; NASCIMENTO, N. F. F.; NASCIMENTO, M. F.; BAIRRAL, M. A. Quantitative and multicategoric descriptors for phenotypic variability in a segregating generation of ornamental peppers. **Acta Horticulturae**, v. 937, p. 289-296, 2012.

RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; NASCIMENTO, M. F.; BARBOSA, L. A.; SANTOS, R. M. C. Pimenteiras Ornamentais. In: RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M.

Produção, genética e melhoramento de pimentas (*Capsicum spp.*). **Imprima**, 223p. 2011.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L.; CRUZ, C. D.; CASALI, W. D. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper. **Euphytica**, v.168, p. 275-287, 2009.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; CRUZ, C. D.; CECON, P. R.; AMARAL, D. S. S. L.; FINGER, F. Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. **Crop Breed. Appl. Biotechnol**, v. 3, p.19-26, 2003.

REGAN, E. M.; DOLE, J. M. Postharvest handling procedures of *Matthiola incana* 'Vivas Blue'. **Postharvest Biology and Technology**, v. 58, p. 268-273, 2010.

SANTOS, R. M. C.; RÊGO, E. R.; FERREIRA, A. P. S; NASCIMENTO, M. F.; NASCIMENTO, N. F. F.; COCA, G. C.; RÊGO, M. M.; BORÉM, A.; FINGER, L. F. Inhibition of ethylene action by 1-MCP in post-production Ornamental Peppers. **Acta Horticulturae**, v. 1060, p. 255-259, 2015.

SANTOS, R. M. C.; NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F. BORÉM, A.; FINGER, F. L.; COSTA, D. S. Ethylene resistance in a F2 population of ornamental Chili Pepper (*Capsicum annuum*). **Acta Horticulturae**, v. 1000, p. 433-438, 2013.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS, SEBRAE. Flores e Plantas ornamentais do Brasil, **Série Estudos Mercadológicos**, v. 2, 2015.

SEGATTO, F. B.; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G.; RÊGO, E. R.; PINTO, C. M. F. Effects of ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum*). **Acta Horticulturae**, v.1000, p. 217-222, 2013.

SILVA NETO, J. J.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA FILHO, V. A. L.; ALMEIDA NETO, J. X.; RÊGO, M. M. Variabilidade em população base de pimenteiros ornamentais (*Capsicum annuum* L.). **Revista Ceres**, v. 61, p. 84-89, 2014.

SILVA, N. C. N.; FERREIRA, W. L.; LISKA, G. R.; SCALON, J. D.; CIRILLO, M. A. Análise de correlação canônica na descrição de potenciais de desenvolvimento nos municípios de Minas Gerais. **Revista de Estatística UFOP**, v. III, n. 3, 2014.

SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; KARASAWA, M.; AMARAL-JÚNIOR, A. T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n.1, p. 22-27, 2005.

VASCONCELOS, E. S.; CRUZ, C. D.; BHERING, L. L.; RESENDE-JUNIOR, M. F. R. Método alternativo para análise de agrupamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.10, 2007.

XU, J.; ZHANG, S. Ethylene Biosynthesis and Regulation in Plants. In: WEN, CHI-KUANG. Ethylene in plants. **Springer**, 2015.

WIEN, C.; MAZOUREK, M. A new look at ornamental peppers **In: The cut flower quarterly. Association of specialty cut flowers growers**, v. 25, n. 1, p. 38-39, 2013.

WOLTERING, E. Effects of ethylene on ornamental pot plants: A classification. **Scientia Horticulturae**, v.31, p. 83-94, 1996.

Capítulo I

Avaliação da sensibilidade de pimenteiras ornamentais submetidas a ação do hormônio etileno no período de pós-produção

RESUMO

O gênero *Capsicum* compreende um grupo diversificado de plantas, que apresentam características próprias, abrangendo desde as pimentas doces até as ardidas. Por apresentar um arsenal de características atrativas, é que alguns tipos vêm sendo utilizadas como ornamentais, entretanto, durante a fase de pós-produção, vários fatores interferem na longevidade das plantas, destacando-se os efeitos deletérios provocados pelo etileno. O objetivo desta pesquisa foi estudar os efeitos causados pelo hormônio etileno na qualidade das pimenteiras ornamentais cultivadas em vaso. Quando as pimenteiras atingiram ponto de comercialização, 70% dos frutos maduros, as plantas foram transferidas da casa de vegetação para o laboratório e realizou-se a avaliação das seguintes variáveis: contagem de folhas e frutos e aferição do teor de clorofila. Posteriormente as plantas foram armazenadas em câmaras herméticas, com capacidade para 60 L, contendo $10\mu\text{L L}^{-1}$ (PPM) do gás etileno. As contagens foram realizadas antes do tratamento com o hormônio etileno, e após um período de 48h, 96h e 144h de exposição ao hormônio etileno. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 11x3 (sete famílias + quatro testemunhas x 3 tempos) para avaliar a sensibilidade das pimenteiras ao hormônio. Houve interação para a clorofila *b*, não havendo interação para as características folhas, frutos e clorofila *a*. Para as variáveis abscisão de folhas e clorofila *a* houve significância tanto para famílias como para tempo de exposição ($p \leq 0,01$). Em contrapartida, para a abscisão de frutos foi observada significância apenas para o tempo de exposição ao etileno. As famílias 35 e as testemunhas 77.3, 134.1 e Calypso, foram as que apresentaram maiores perdas de clorofila *b*. Quanto a sensibilidade ao hormônio etileno, a família 35 foi a que se apresentou mais sensível para todas as variáveis analisadas. Contudo, as famílias 55 e 17 apresentaram-se mais resistentes a ação do hormônio etileno. As maiores perdas de folhas, frutos e teor de clorofila *a*, para as pimenteiras ornamentais avaliadas, ocorreram no tempo referente a 144h de exposição ao hormônio etileno. Para continuidade no programa de melhoramento, com vistas a selecionar plantas resistentes ao hormônio etileno, recomenda-se o descarte da família 35, tendo-se em vista que ela se apresentou mais sensível quando exposta a ação do hormônio e recomenda-se a seleção das famílias 55 e 17, que apresentaram maior resistência aos efeitos deletérios causados pelo hormônio.

Palavras-chave: Hormônio Vegetal, Pimenta, Resistencia.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* compreende um grupo diversificado de plantas, que apresentam características próprias, abrangendo desde as pimentas doces até as ardidas (PICKERSGILL, 1997). As pimentas possuem como centro de origem e domesticação a América (PEREIRA et al., 2015). Acredita-se que *Capsicum* tenha sido domesticado em torno de aproximadamente cinco vezes, por povos pré-históricos, em diferentes partes da América do Sul e da América Central, resultando em cinco espécies domesticadas (BOSLAND, 1996).

As cinco espécies domesticadas pertencentes a este gênero, são: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. pubescens* e *C. frutescens*, embora, no Brasil, *C. baccatum* e *C. chinense* sejam consideradas as mais populares por se adaptarem bem as condições climáticas presentes nas regiões equatoriais e tropicais do país (BOSLAND, 1996), contudo, a espécie *C. annuum* é a mais conhecida e diversa por abranger pimentas, pimentões e cultivares ornamental (RÊGO et al., 2012).

A maior importância das pimentas está agregada a culinária, porém, alguns tipos vêm sendo utilizados como ornamentais por apresentar uma grande variedade de produtos e características importantes, tais como, cor do fruto e arquitetura da planta, sendo as plantas eretas e os frutos coloridos, posicionados na vertical, os que possuem maior interesse pelos compradores (NASCIMENTO et al., 2014), somando-se ainda, o fato destas serem compactas e atraentes, o que as tornam bastante atrativas para usos de caráter decorativos (SANTOS, 2013; RÊGO et al., 2013).

Durante a fase de pós-produção, vários fatores interferem na longevidade das plantas, dentre estes fatores, destaca-se os efeitos deletérios provocados pelo etileno na comercialização de pimenteiros ornamentais (FINGER; BARBOSA, 2006; RÊGO et al., 2011; SANTOS et al., 2015). Serek et al. (2006), relataram que o excesso desse gás no ambiente onde plantas sensíveis ficam expostas, levam a perdas de valor comercial, por favorecer a abscisão de folhas, flores e frutos, comprometendo o valor comercial das pimenteiros ornamentais.

O etileno possui dois sistemas de produção em plantas: sistema 1 (autoinibidor) que apresenta funções de sistemas relacionados com o crescimento, desenvolvimento e respostas de estresses e o sistema 2 (estimulado por etileno), que

apresenta funções de senescência e maturação de frutos (BARRY; GIOVANNONI, 2007).

O etileno é um hormônio gasoso produzido em baixas concentrações pelas plantas. Possui a metionina como precursor central na sua via Biosintética, sendo este convertido a S-adenosil metionina (SAM), que por sua vez, é convertido a ácido aminociclopropano carboxílico (ACC), que finalmente será convertido a etileno (AZEVEDO; SANTOS 2011), podendo, este hormônio, ser endógeno (produzido pelas próprias plantas, especialmente em fases de senescência) ou exógeno (em resposta a estresses, tais como: seca, alagamentos, geadas, infecções e ataques de patógenos), sendo necessário, muitas vezes, o uso de inibidores do etileno para controlar as perdas pós-produção ocasionadas por este hormônio. Entretanto, independente da origem, existe uma necessidade de controlar os efeitos indesejados deste hormônio durante a fase de pós-produção de plantas ornamentais (SEGATTO et al., 2013).

Rêgo e Rêgo (2016) ressaltam que poucos estudos têm sido realizados com pimenteiras ornamentais para fatores de pós-produção, incluindo-se dentre estas, capacidade de envelhecimento em vasos, fatores de sensibilidade ao etileno, capacidade de manter fotossíntese em condições de alta e baixa luminosidade e usos de inibidores da ação do etileno visando aumento da longevidade pós-produção em vasos.

Diante do exposto, a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) juntamente com a Universidade Federal de Viçosa (UFV) vem desenvolvendo, um programa de melhoramento de pimenteiras com fins ornamentais, cujos objetivos são: avaliar e selecionar linhagens para fatores de ornamentação, longevidade em vaso, resistência ao armazenamento, transporte e posterior hibridação entre as linhagens selecionadas, para disponibilização aos agricultores familiares (RÊGO et al., 2015).

Levando-se em consideração a importância de manter por maior tempo as características desejáveis das pimenteiras ornamentais, durante período de pós-produção, esta pesquisa teve por objetivo estudar os efeitos causados pelo hormônio etileno na qualidade das pimenteiras ornamentais cultivadas em vaso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização do Experimento e Material Vegetal

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Biotecnologia Vegetal localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), no município de Areia-PB. A casa de vegetação, onde as pimenteiras ficaram alocadas, apresenta uma estrutura em forma de arco, coberta com plástico transparente, as laterais protegidas por telas e o piso revestido com concreto.

Foram utilizadas sementes de sete progênies de pimenteiras ornamentais (UFPB 17, UFPB 30, UFPB 35, UFPB 47, UFPB 53, UFPB 56 e UFPB 55) de *C. annuum* L., de população F₃ resultante da autofecundação da geração F₂, derivada da autofecundação da primeira geração do cruzamento entre acessos UFPB 77.2, UFPB 134.1, pertencentes ao Banco de Germoplasma de Capsicum do CCA- UFPB. Os genótipos foram selecionados em experimento anterior, a partir de uma análise dialélica (os dados obtidos deste dialelo encontram-se publicados na revista Genetics and Molecular Research, através do artigo científico intitulado como: Combining ability for yield and fruit quality in the pepper *Capsicum annuum*) e no programa de melhoramento de *Capsicum* do CCA-UFPB, os quais foram avaliados a partir de caracteres quantitativos e qualitativos estabelecidos pelo IPGRI (1995).

Em cada família F₃ foram avaliadas 30 plantas, e como testemunhas os pais e mais um acesso do Banco de Germoplasma (UFPB 77.2, UFPB 77.3, UFPB 134.1 e Calypso), sendo quatro repetições de cada acesso.

2.2 Obtenção e Manipulação das Plantas

As sementes foram colocadas para germinar em bandejas de isopor (poliestireno), contendo 200 células, preenchidas com substrato comercial plantamax[®]. As plantas com seis folhas definitivas foram transplantadas para vasos de 900 ml, contendo o mesmo substrato, e mantidas em casa de vegetação até frutificação, com pelo menos, 70% dos frutos maduros, que corresponde ao ponto de comercialização de acordo com Nascimento et al. (2015). Foram realizadas fertirrigações semanais com solução nutritiva e, quando se fez necessário, foi feito uso de defensivos para controle de pragas.

2.3 Aplicação de Etileno

Após atingirem ponto de comercialização, as plantas foram transferidas da casa de vegetação para o laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), para contagem de folhas, frutos e teor de clorofilas. Após a contagem, as plantas foram armazenadas em câmaras herméticas com capacidade para 60L (SANTOS et al., 2013; NASCIMENTO, 2015), as quais, foram colocadas em ambiente com temperatura de 25° C com 8-10 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ de irradiância fornecida por lâmpada fluorescente branca. A aplicação do etileno foi feita com seringa graduada, injetando-se o gás através de septos de silicone existentes nas câmaras, utilizando-se a concentração de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ (PPM), conforme figura 1.



Figura 1. Simulação esquemática do experimento para aplicação do hormônio etileno em pimenteiras ornamentais.

2.4 Avaliações

As contagens das variáveis número de folhas, número de frutos, teor de clorofila *a* e teor de clorofila *b*, foram realizadas antes dos tratamentos e após um período de 48h, 96h e 144h (tempo necessário para que a planta comece a apresentar perda de valor comercial). Os critérios adotados para a contagem foram: folhas expandidas que permanecessem nas plantas e frutos que se apresentassem viçosos,

sem nenhum sinal de murcha (OLIVEIRA, 2015). As perdas de folhas e frutos foram expressas em porcentagem, em relação ao tempo zero, após a exposição (NASCIMENTO et al., 2015a).

Para as variáveis clorofilas *a* e *b*, foram analisadas três folhas, completamente expandidas, escolhidas aleatoriamente na base, na altura intermediária e no ápice de cada planta, usando-se o clorofilog da marca Falker cfl1030. As avaliações foram realizadas obedecendo-se o mesmo intervalo citado para folhas e frutos.

2.5 Análise Estatística

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, seguindo o arranjo fatorial 11 x 3, sete famílias e quatro testemunhas, avaliadas em três tempos 48, 96 e 144 horas após a exposição ao etileno. Cada tratamento foi composto por trinta repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância, usando o teste de Skott-Knott a 1% de probabilidade, para o agrupamento de médias. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes (CRUZ, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados obtidos na Análise de Variância (ANOVA) foi observado que houve interação significativa, família x tempo, para a variável clorofila *b* (Tabela 1), não havendo interação para as demais variáveis analisadas. Santos et al. (2015) verificou interação para os genótipos e tempo de aplicação do hormônio etileno para abscisão de folhas, fato não observado nesta pesquisa, o que pressupõe que as plantas apresentaram o mesmo comportamento durante todo período de tempo de exposição, que foi de 48 a 144h. Muitos fatores podem ter contribuído para as causas de interação, porém, segundo Cruz (2004), as causas principais, não só para pimenteiras como para plantas de outras espécies, são atribuídas a fatores fisiológicos e bioquímicos, de modo que, cada genótipo irá se comportar de maneira diferenciada em relação às variações ambientais, sendo importante para o melhoramento, por permitir avaliar os ganhos impostos pela seleção e o comportamento dos genótipos em diferentes situações ou ambientes.

Ainda de acordo com os dados da tabela 1, a variável abscisão de folhas foi significativa tanto para as famílias como para o tempo de exposição ($p \leq 0,01$). A

clorofila *a* também foi significativa tanto para famílias como para o tempo de estresse aplicado ($p \leq 0,01$). Já para os frutos, foi encontrada significância ($p \leq 0,05$) apenas para o tempo de exposição das plantas ao etileno, não sendo observada significância para as famílias. Estes dados estão de acordo com Segatto et al. (2013), Santos et al. (2015) e Nascimento et al. (2015). Isto implica dizer que as plantas ainda se comportam de maneira diferenciada quando expostas a ação do hormônio etileno.

Tabela 1. Resumo da análise de variância de abscisão de folhas, de frutos de clorofilas *a* e *b* em famílias F_3 de pimenteiras ornamentais.

FV	Abscisão Folhas	Abscisão Frutos	Clorofila A	Clorofila B
Famílias	7180.12257**	183,46 ^{ns}	8659.8402**	9245.89636**
Tempo	99589.16043**	6289,969*	68026.51508**	84435.00011**
Famílias x Tempo	118.77231 ^{ns}	78,47 ^{ns}	705.16116 ^{ns}	1095.56141*
CV%	44.9961	133,79	54.67783	59.9657

(**) significativo a 1%; (*) significativo a 5% e (ns) não significativo. CV% (coeficiente de variação); CVG (coeficiente de variação genética) CVE (coeficiente de variação ambiental)

As famílias apresentaram variação em termos de perdas de clorofila *b*, (Tabela 2). Pode-se observar que a família 35 e as testemunhas 77.3, 134. 1 e Calypso, foram as que perderam mais clorofila *b*, seguindo-se das famílias 53, 56, 55 e 47 e da testemunha 77.2, quando expostas a concentração de $10\mu\text{l L}^{-1}$ de etileno. Sabendo-se que as plantas ficaram expostas ao hormônio das 48h até as 144h, pode-se observar que em 48h a família 35 e as testemunhas 1 e 4, foram as que apresentaram as maiores perdas de clorofila *b*, em relação as demais famílias (55, 53, 30, 56, 47 e 17) e as testemunhas adicionais 77.2 e 134.1. Já as 96h, a família 35 e as testemunhas adicionais 1,3 e 4, foram as que apresentaram maiores perdas de clorofila *b* com relação as famílias 53, 30, 56, 35 e 17 e a testemunha adicional 2. Após 144h, considerado o tempo máximo para que as plantas comecem a perder seu valor comercial, foi possível observar que a família 35 e a testemunha adicional 134.1 apresentaram as maiores perdas de clorofila *b*, seguida da família 56 e das testemunhas adicionais 77.3, 77.2 e Calypso com relação as famílias 55, 53, 30, 47, e 17.

Tabela 2. Porcentagem acumulada de perda de clorofila *b* das famílias F₃ X tempo de exposição ao etileno em relação a clorofila *b* em *Capsicum annuum* L.

Famílias + Testemunhas adicionais	Tempos (h) / Clorofila <i>b</i>		
	48h	96h	144h
UFPB-55	20.8551 Bb	42.9327 Ab	58.3628 Ac
UFPB-53	16.8543 Cb	34.9390 Bb	54.6066 Ac
UFPB-30	14.9406 Bb	28.0096 Bb	46.9956 Ac
UFPB-56	18.6169 Cb	43.1446 Bb	68.6272 Ab
UFPB-35	30.4950 Ca	66.2799 Ba	89.5680 Aa
UFPB-47	18.3726 Cb	41.1697 Bb	58.1407 Ac
UFPB-17	26.6273 Bb	35.8795 Bb	51.1191 Ac
UFPB-- 77.3	35.2544 Ba	62.7224 Aa	68.8857 Ab
UFPB-- 77.2	13.3647 Cb	44.6868 Bb	70.3716 Ab
UFPB-- 134.1	23.3396 Bb	71.2668 Aa	85.7595 Aa
UFPB- Calypso	45.8345 Ba	60.4440 Aa	66.0955 Ab

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,1$), * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,1 = p < 0,5$), ^{ns} não significativo ($p \geq 0,5$). Letras minúsculas representam os tempos. Letras maiúsculas representam as famílias.

Finger et al. (2015), obtiveram dados semelhantes aos verificados na presente pesquisa, uma vez que, observaram que diante da concentração de $10 \mu\text{l L}^{-1}$ de etileno e já no período de 48h, as pimenteiras ornamentais apresentaram perdas de clorofila *b*. Oliveira (2015), afirma que independente da planta e do tratamento aplicado, quando expostas a ação do hormônio etileno, as plantas apresentam impacto negativo para a coloração verde das folhas, conduzindo ao amarelecimento e a perdas de valor comercial. Ferrante e Francine (2004) comentam que o hormônio etileno aumenta a produção de enzimas como as clorofilases e as oxidases. Diante do exposto, pode-se inferir que as perdas de clorofila *b*, configuram-se em defesa das plantas em relação ao hormônio.

As famílias apresentaram diferentes níveis de sensibilidade ao hormônio etileno. De acordo com as variáveis analisadas para a sensibilidade de pimenteiras ornamentais ao etileno em concentrações de $10 \mu\text{l L}^{-1}$, utilizados neste estudo, pode-se perceber que a família 35 apresentou maior sensibilidade ao hormônio para todas as variáveis analisadas, as demais famílias, seguidos das testemunhas, apresentaram comportamentos diferenciados (Tabela 3).

Tabela 3. Médias das variáveis quantitativas avaliadas em e famílias F₃ de *Capsicum annuum* L. submetidas a aplicação de etileno no intervalo de tempo de 48, 96 e 144 horas.

Famílias	Abscisão de Folhas	Abscisão de Frutos	Clorofila a
UFPB-55	47.9389 c	12.4464 a	39.6386 d
UFPB-53	53.1742 c	13.2826 a	39.0540 d
UFPB-30	45.1991 c	11.6626 a	38.1411 d
UFPB-56	46.9032 c	9.5128 a	43.4048 c
UFPB 35	71.7942 a	28,8777 a	65.2453 a
UFPB-47	51.5406 c	10.8846 a	39.8505 d
UFPB-17	52.6847 c	11.5778 a	38.2208 d
UFPB-- 77.3	8.3915 d	16.1298 a	53.9313 b
UFPB- 77.2	68.1622 a	12.5535 a	47.7501 c
UFPB- 134.1	62.3347 b	6.1158 a	65.6896 a
UFPB - Calypso	61.8347 b	6.4956 a	46.7382 c

Para a abscisão de folhas, a família 35 juntamente com a testemunha 77.2 foram as plantas que se mostraram mais sensíveis a ação do hormônio, em contrapartida as testemunhas 134.1 e Calypso, bem como, as famílias 55, 53, 30, 56, 17 e 47 apresentaram-se moderadamente sensíveis, já a testemunha 77.3 foi a que se apresentou mais resistente a ação do hormônio (Figura 2). Santos et al. (2013), Finger et al. (2015), Nascimento et al. (2015), Oliveira (2015), Santos et al. (2013), também observaram uma alta taxa de abscisão foliar para pimenteiras ornamentais, quando estas foram expostas a ação do hormônio etileno na mesma concentração utilizada neste estudo, demonstrando que a concentração de $10\mu\text{L}^{-1}$ de etileno, é suficiente para provocar um estresse alto nas plantas, e aumentar a sensibilidade de folhas de pimenteiras ornamentais.

De acordo com a média dos dados coletados na pesquisa (dados não mostrados), as famílias apresentaram os seguintes valores para perdas de folhas: UFPB 55 (47,93%), UFPB 53 (53,17%), UFPB 30 (45,19%), UFPB 56 (46,09%), UFPB 35 (71,78%), UFPB 47 (51,53%) e UFPB 17 (52,68%). A maior perda de folhas aconteceu na família 35, esta possui características morfológicas diferentes das demais famílias como frutos largos, de cor laranja. . As famílias UFPB 30, UFPB 55, UFPB 56, UFPB 17, UFPB 47 e UFPB 53 apresentaram menores perdas de folhas.

Oliveira (2015) classificou as folhas das plantas como altamente sensíveis ao etileno, neste sentido, Finger e Rêgo (2015) ressaltaram que a abscisão foliar é uma característica de baixa herdabilidade, quando exposta ao hormônio, determinada por dois genes com interação alélica dominante. A baixa sensibilidade das pimenteiras ornamentais ao hormônio etileno tem sido enfatizada (CAVETE, 2012), logo,

Nascimento et al. (2015), afirma que dentre as partes vegetativas das plantas, as folhas são as que apresentam maior sensibilidade ao hormônio.

Nesta pesquisa foi possível observar que os frutos que se encontravam em estágio muito maduro, após a exposição ao etileno, apresentavam-se murchos, mesmo que permanecesse na planta, e os em estágio de amadurecimento intensificava a coloração, sendo o mesmo observado por Oliveira (2015). Uma das explicações para isto, de acordo com Hoyer (1996), é devido a sensibilidade do fruto de pimenta ao hormônio etileno, sendo esta totalmente dependente do estágio de maturação ao qual o fruto se encontra, desta forma, os mais jovens, são os mais sensíveis à ação desse hormônio.

Quanto a clorofila *a*, observou-se a maior degradação desta ocorreu na família 35 e na testemunha 134.1, seguindo-se da família 56 e da testemunha 77.3 e das testemunhas 77.2 e Calypso. As famílias 55,53,30,56, 47 e 17, apresentam as menores perdas para esta variável (Tabela 3). Porém foi possível observar que o teor de clorofila *a* sofreu degradação diante do hormônio etileno, resultado também verificado, por Finger (2012), Oliveira (2015) e Segatto (2007), sendo possível observar, que o etileno age degradando a clorofila o que pode prejudicar a qualidade de pimenteiros ornamentais, tendo-se em vista que as folhas vão se apresentar amareladas, não sendo atrativas para o consumidor.

Finger et al. (2012), observaram queda na taxa de clorofila *a*, durante o período de 48h a que planta ficou exposta a concentração de $10\mu\text{l L}^{-1}$ de etileno, conforme observado nesta pesquisa. Ferrante e Francine (2004), afirmam que nas concentrações de 1 a $10\mu\text{l L}^{-1}$, as folhas já começam a perder a cor verde, em razão das degradações sofridas pela clorofila.

Além disso, Oliveira (2015) adverte que o impacto provocado pela ação do hormônio na coloração verde das folhas, independe da variedade e do tratamento aplicado, o que pode ser considerado legítimo, tomando-se por referência, que o etileno é um hormônio de estresse e interligado a processos de senescência, implicando dizer, que ao aplicar este hormônio, ele irá acelerar os processos de degradação de clorofila, tanto nas folhas que permanecerem na planta, como naquelas que sofreram abscisão (KHAN, 2006), aumentando o amarelecimento das mesmas.

As folhas sofreram maior abscisão no tempo correspondente a 144h, seguindo-se do tempo correspondente a 96h e por último no tempo de 48h, mostrando que as

folhas apresentaram-se mais sensíveis nas 144h de exposição, o que significa que quanto maior o tempo de exposição, mais sensíveis as folhas irão se apresentar (Tabela 4). Santos et al. (2015), observaram que as plantas apresentaram maior perda foliar no tempo correspondente a 144h na mesma concentração utilizada neste estudo, corroborando com os resultados obtidos nesta pesquisa. O etileno é um hormônio que age induzindo a abscisão de folhas, causando uma redução no tempo de vida de prateleira (SEGATTO et al., 2013), fato que não é muito interessante para as pimenteiras ornamentais por se configurar em perda de qualidade da planta além de prejuízos financeiros ao produtor/ consumidor.

Os frutos apresentaram maiores perdas no tempo 144h de exposição ao hormônio etileno, seguindo-se do tempo 96 h e 48h (Tabela 4). O mesmo resultado foi obtido por Santos et al. (2015); Segatto et al. (2013), Nascimento et al. (2015). Estes autores observaram em seus estudos que a perda de frutos, quando expostas a ação do hormônio etileno, é inferior a perda de folhas, isto pode acontecer porque para frutos, o estágio de maturação irá influenciar bastante, precisando-se que o fruto esteja em estágio quase maduro. Neste estudo, contudo, observou-se que a percentagem de perda de frutos foi influenciada pelo tempo de estresse.

Grierson (1989) demonstraram que os genes relacionados com a maturação dos frutos, expressam-se durante o processo de senescência foliar, sugerindo semelhanças entre senescência foliar e amadurecimento de frutos. Finger et al. (2015), estudando a ação do 1-MCP e do etileno em pimentas ornamentais de vaso, observou que a queda de frutos, especialmente para a cultivar Calypso, era nula no tempo referente a 48h de exposição ao etileno, dados semelhantes aos encontrados neste trabalho uma vez que o tempo de exposição de 48h foi o que menos contribuiu para a abscisão e frutos de pimenteiras ornamentais.

Para a clorofila *a* (Tabela 4), as maiores perdas aconteceram durante as 144h, seguindo-se das 96h e 48h, ou seja, o aumento da exposição ao hormônio aumentou a degradação da clorofila *a*. Nessa pesquisa pode-se observar que o tempo de exposição, aumentou as perdas nos níveis de clorofila, o que torna possível concordar, que o tempo de exposição da planta ao hormônio influencia mais do que a concentração de etileno utilizada, conforme mencionou Segatto (2007), que compreendeu que o aumento de exposição da planta ao etileno, resultou em maior perda de coloração verde das folhas em razão do aumento nos processos de degradação da clorofila.

Segundo Ferrante e Francine (2004), o etileno é capaz de converter as clorofilas *a* e *b* em clorofilida e phytol, fato este, que explica a diminuição na cor verde em uma variação de estresse que vai de 1 a 10 μL^{-1} (Concentração máxima de etileno capaz de provocar alterações indesejáveis nas plantas ornamentais) pois, o etileno é capaz de aumentar a expressão de genes e enzimas que atuam degradando a clorofila (MATILI et al., 1999). Segundo Streit et al. (2005) fatores como processos de senescência, conduzem a perdas de clorofila que ocorrem em razão da quebra oxigenolítica do macrociclo porfirínico do feoforbídeo seguido por uma redução na intensidade fluorescente do catabólito da clorofila, a qual envolve as enzimas oxigenase e redutase. Isto implica dizer que as pimenteiras sofreram perdas de teor de clorofila ao longo do tempo, enquanto expostas ao etileno em razões de transformações bioquímicas ocorridas em resposta a ação do hormônio. Isto para as pimenteiras ornamentais não é interessante, por comprometer a qualidade e a longevidade da planta.

Tabela 4. Médias das variáveis quantitativas dos tempos da ação do etileno em sete famílias F₃ de pimenteiras ornamentais *Capsicum annuum*.

Tempo	Abscisão de Folhas	Abscisão de Frutos	Clorofila A
48h	28.4385 c	6.7844 c	24.8880 c
96h	59.3323 b	11.1446 b	44.3643 b
144h	70.4727 a	17.65 a	60.8428 a

Neste estudo, as famílias apresentaram diferentes níveis de sensibilidade ao etileno. Fato que explica que as respostas das plantas ao hormônio etileno podem variar entre e dentre as famílias, de maneira, que as plantas consideradas muito sensíveis a este hormônio, podem ser responsivas em concentrações baixas deste gás (Oliveira, 2015), no entanto, recomenda-se o uso de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$, pelo simples fato de não se encontrar concentrações superiores em ambientes de interior (SEGATTO, 2007).

4. CONCLUSÕES

As pimenteiras ornamentais apresentaram diferentes níveis de sensibilidade ao hormônio etileno.

A abscisão de folhas em pimenteiras ornamentais foi maior do que a abscisão de frutos.

Recomenda-se a exclusão da família 35 por esta ter se apresentado mais sensível ao hormônio etileno.

Sugere-se a continuidade do programa de melhoramento com as famílias 17, 47 e 30 para continuidade no programa de melhoramento por se apresentarem mais resistentes a ação do hormônio etileno.

4. REFERÊNCIAS

AZEVEDO, I. G.; SANTOS, CL. A. Influência do etileno e da H⁺-ATPase durante o amadurecimento de frutos. **seer.perspectivasonline.com.br**, v.1, n.1, 2011.

BARRY, C. S.; GIOVANNONI, J. J. Ethylene and fruit ripening. **Journal of Plant Growth Regulation**. v. 26, p. 143-159, 2007.

BATISTA, D. S.; DIAS, C. L. L.; MACEDO, A. F.; RÊGO, M. M.; RÊGO, E. R.; FLOH, E. I. S.; FINGER, F. L.; OTONI, W. C. Suppression of ethylene levels promotes morphogenesis in pepper (*Capsicum annuum* L.). In Vitro Cellular & Developmental Biology. **Plant**, v. 1, p. 1-1, 2013

BOSLAND, P. W. Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS **Press: Arlington**, p. 479-487, 1996.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3^a. ed. **Viçosa**, UFV, 2004. 480p.

CRUZ, C. D. Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística versão Windows. **Viçosa**: UFV. 2006. 382p.

FERRANTE, A.; FRANCINI, A. Ethylene and leaf senescence. In: KHAN, A.N. Ethylene action in plants. Netherlands: **Springer**, 2006. p. 51-67

FINGER, F. L.; PEREIRA, M. P. Physiology and Postharvest of Pepper Fruits. In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, L. F. Production and Breeding of Chili Peppers (*Capsicum* spp.) **Springer**, 2016.

FINGER, F. L.; RÊGO, E. R. Search for ethylene resistance in ornamental *Capsicum*. **Acta Horticulturae**. (in press), 2015a.

FINGER, F. L.; SILVA, T. P.; SEGATTO, F. B.; BARBOSA, J. G. Inibição das respostas ao etileno por 1-methylcyclopropeno em pimenta ornamental de vaso. **Ciência Rural**, v. 5, n. 6, p. 964-969, 2015.

FINGER, F. L., RÊGO, E. R., SEGATTO, F. B., NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, M. M. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 267, p. 14-20, 2012.

FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G. Postharvest physiology of cut flowers. In: NOUREDDINE, B.; NORIO, S. (Ed.). *Advances in Postharvest Technologies for Horticultural Crops*. **Kerala: Research Signpost**, p. 373-393, 2006.

HOYER, L. Critical ethylene exposure for *Capsicum annuum* 'Jane' is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage. **Journal Horticultural Science**, v. 71, P. 621-628, 1996.

IPGRI- INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE. **Descriptors for *Capsicum***. Rome: IBPGRI, 1995. 49p.

KHAN. A. N. Ethylene action in plants. Netherlands; **Springer**, 2006, 205p.

MATILLI, P.; HORTENSTEINER, S.; TOMAS, H. Chlorophyll Degradation. **Annu. Rev. Plant Mol. Biol.**, n.50, p. 67-95, 1999.

NASCIMENTO, N. F. F. **Variabilidade, correlação, análise de trilha e fatores de sensibilidade ao etileno em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.)**. 2015. 76f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, 2015.

NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; SANTOS, R. M. C.; FINGER, F. L.; BRUCKNER, C. H.; RÊGO, M. M. Comparison Among Hybrids and Pré – Selected Cultivars for Resistance to Ethylene in Ornamental Peppers. **Acta Horticulturae**, n. 1060, p. 327-331, 2015a.

NASCIMENTO, M. F. RÊGO, E. R. NASCIMENTO, N. F. F. SANTOS, R. M. BRUCKNER, C. H. FINGER, F. L. RÊGO, M. M. Correlação entre características morfoagronômicas do etileno em pimenteiras ornamentais. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p.151-154, 2015.

NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; BRUCKNER, C. H.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Combining ability for yield and fruit quality in the pepper *Capsicum annuum*. **Genetics and Molecular Research**, v.13, n. 2, p. 3237-3249, 2014.

OLIVEIRA, M. M. T. **Resposta ao etileno e ação do 1 MCP e do STS na longevidade de pimenteiras ornamentais**. 2015. 69f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Viçosa, 2015.

PEREIRA, I. S.; BARRETO, F. Z.; BALSALOBRE, T. W. A.; SALA, F. C.; COSTA, C. P.; CARNEIRO, M. S. Validação de marcadores moleculares associados á pungência em pimenta. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 2, p.189-195, 2015.

PICKERSGILL, B. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, n. 96, p. 129-133, 1997.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Genetics and breeding of chili pepper *Capsicum* spp. In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, L. F. Production and Breeding of Chili Peppers (*Capsicum* spp.) **Springer**, 2016.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. Methodological basis and advances for ornamental pepper breeding program in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 309-314, 2015.

RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, N. F. F.; NASCIMENTO, M. F.; FINGER, F. L. Phenotypic variability and importance of characters in a F₂ segregating generation of ornamental chili (*Capsicum annuum*). **Acta horticulturae**, v.1000, p. 493-498, 2013.

RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Consumption of Pepper in Brazil and its Implications on Nutrition and Health of Humans and Animals. In: Pepper: Nutrition, Consumption and Health (Salazar MA and Ortega JM, eds.). **Science Publishers**, New York, 159-170, 2012.

RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; NASCIMENTO, M. F.; BARBOSA, L. A.; SANTOS, R. M. C. Pimenteiras Ornamentais. In: RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Produção, genética e melhoramento de pimentas (*Capsicum* spp.). **Imprima**, 223p. 2011.

SANTOS, R. M. C.; RÊGO, E. R.; FERREIRA, A. P. S.; NASCIMENTO, M. F.; NASCIMENTO, N. F. F.; COCA, G. C.; RÊGO, M. M.; BORÉM, A.; FINGER, F. L. Inhibition of ethylene action by 1-MCP in post-production ornamental peppers. **Acta Horticulturae**, v.1060, p. 255-260, 2015.

SANTOS, R. M. C.; NASCIMENTO, M. F.; NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L.; COSTA, D. S. Ethylene resistance in a F₂ population of ornamental Chili Pepper (*Capsicum annuum*). **Acta Horticulturae**, v. 1000, p. 433-438, 2013.

SEGATTO, F. B.; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G.; RÊGO, E. R. and PINTO, C. M. F. Effects of Ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum*). **Acta Horticulturae**, v.1000, p. 217-222, 2013

SEGATTO, F. B. Avaliação da qualidade “Pós-produção” de pimenta ornamental (*Capsicum annuum* L.) cultivadas em vaso. Viçosa, 2007. 100f. **Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal)** – Universidade Federal de Viçosa, 2007.

SEREK, M.; WOLTERING, E. J.; SISLER, E.C.; FRELLO, S.; SRISKANDARAJAH, S. Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level. **Biotechnology Advances** v. 24, p. 368-381, 2006.

STREIT, N. M. CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, n.3, p.748-755, 2005.



Figura 2. Genótipos de pimenteira ornamental (*C. annuum* L.) pertencentes ao Banco de Germoplasma/CCA/UFPB antes (A) e após (B) tratamento com etileno (concentração 10µL⁻¹ nos tempos 48h,96h e 144h de exposição

Continuação da Figura 2



Figura 2. Genótipos de pimenteira ornamental (*C. annuum* L.) pertencentes ao Banco de Germoplasma/CCA/UFPB antes (A) e após (B) tratamento com etileno (concentração $10\mu\text{L}^{-1}$ nos tempos 48h, 96h e 144h de exposição).

Capítulo II

Diversidade Genética entre e dentro de famílias de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) para fatores de pós-produção

RESUMO

O gênero *Capsicum* compreende um grupo grande e diversificado de plantas. Nos últimos anos, o comércio de plantas ornamentais em vaso, vem aumentando expressivamente em razão da grande demanda por parte dos consumidores, porém, estudos envolvendo a variabilidade para fatores de pós-produção e a capacidade de envelhecimento em vaso, tem sido pouco explorado, tendo-se em vista, que o etileno é um dos fatores que mais afetam a qualidade e a longevidade de pimenteiras ornamentais cultivadas em vaso. O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade genética em famílias de pimenteiras ornamentais, para a sensibilidade ao hormônio etileno. Após atingirem ponto de comercialização, pelo menos 70% dos frutos maduros, as plantas foram transferidas da casa de vegetação para o laboratório, para contagem de folhas, frutos e aferição do teor de clorofilas *a* e *b*, sendo em seguida armazenadas em câmaras herméticas, com capacidade para 60L, contendo 10 μ L L⁻¹ (PPM) do gás etileno. As contagens foram realizadas antes dos tratamentos, após um período de 48h, 96h e 144h após tratamento com etileno. Para análise dos dados foi utilizado o método de agrupamento e Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis. Foi calculada também a importância relativa das características avaliadas (SINGH, 1981). De acordo com o método de otimização de Tocher, as famílias UFPB17 e UFPB 47 foram as que apresentaram maior formação de grupos: oito grupos, em contraste, a família UFPB 56 foi a que apresentou a menor formação de grupos: apenas três. A família UFPB 35 formou sete grupos. As famílias UFPB 55, UFPB 53 e UFPB 30, formaram cinco grupos. Pelo método de Singh, foi possível identificar, que a característica abscisão de folhas foi a que mais contribuiu com a divergência genética encontrada para a maioria das famílias. Entretanto, a característica que menos contribuiu com a divergência genética, para a maioria das famílias avaliadas, foi a variável abscisão de frutos. Todas as famílias estudadas apresentaram diversidade genética, pelo Método de Tocher, para as variáveis analisadas.

Palavras-chave: Pimentas, Longevidade em Vaso, Variabilidade.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum*, compreende um grupo diversificado de plantas, sendo uma planta anual (FINGER; PEREIRA, 2016). O Continente Asiático, apresentam 68,7% de toda a produtividade de pimentas no mundo, ficando as Américas, Europa e África com 12,7%, 9,3% e 9,2% respectivamente, entre os países, destaca-se a China como maior produtor mundial, produzindo 15 milhões de toneladas, seguindo-se o México e o Peru, com dois milhões de toneladas cada um, e a Índia com

1,5 milhões de toneladas (FAO, 2015). No Brasil não se tem dados exatos da produção de pimentas, mas estima-se uma produção em torno de 75 mil toneladas (PINHEIRO et al., 2012)

No Brasil, os Estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul, são os maiores produtores desta cultura, com o total de área cultivada sendo representados por 75 mil hectares (RUFINO; PENTEADO, 2006; SIGNORINI et al., 2013). O cultivo de pimenteira no Brasil tem ganhado espaço por apresentar diversas vantagens, como por exemplo: lucratividade para o agricultor, quando este agrega valor ao produto, exigência de mão de obra qualificada, contratação sazonal de mão de obra durante a colheita, e estabelecimentos de indústrias de processamento, o que gera renda familiar e empregos (PINTO et al., 2016).

Nesse contexto, as pimenteiras vêm sendo amplamente cultivadas em todo o mundo, adquirindo participação no mercado em razão da grande variedade de produtos e diferentes formas de usos e de consumo (BARROSO et al., 2015), contudo, apesar da existência de poucas variedades de cultivares para fins ornamentais (FINGER et al., 2015), o comércio de plantas ornamentais em vasos, também vem aumentando expressivamente, nos mercados florísticos nacionais e internacionais, em razão da grande demanda por parte dos consumidores (RÊGO et al., 2009 ; RÊGO et al., 2015).

Estudos relacionados com diversidade têm sido realizados por diversos autores (RÊGO et al., 2010; BARROSO et al., 2013; MESQUITA et al., 2013; RÊGO, 2013; SILVA-NETO, 2014; PESSOA et al., 2015; COSTA et al., 2016), no entanto, visando a avaliação de variabilidade para fatores de pós-produção em pimenteiras ornamentais e capacidade de envelhecimento em vasos, tem sido pouco explorado (SEGATTO et al., 2013; BATISTA et al., 2013; NASCIMENTO, 2015; SANTOS et al., 2015;). Dentro desse contexto, a Universidade Federal da Paraíba - UFPB, possui um programa de melhoramento de pimenteiras ornamentais envolvendo hibridação e seleção em gerações segregantes (RÊGO et al., 2012; RÊGO et al., 2015), o que torna importante o estudo da variabilidade genética das gerações envolvidas, para que o programa obtenha sucesso e continuidade (NASCIMENTO et al., 2012; BARROSO et al., 2012).

Dentre os problemas que afetam a qualidade pós-produção e a longevidade de pimenteiras ornamentais cultivadas em vasos, o etileno, é o fator mais importante (SANTOS et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2015a). Este hormônio pode promover a

queda de folhas e frutos e induzir a degradação de clorofilas em plantas (SEGATTO et al., 2013). Estudos que enfatizem a variabilidade genética de respostas das plantas a este hormônio são de suma importância, uma vez que, a divergência encontrada entre os genótipos, pode contribuir positivamente para a obtenção de indivíduos que apresentem resistência (RÊGO et al., 2010).

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade genética entre e dentro de famílias de pimenteiras ornamentais, para a sensibilidade ao hormônio etileno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização do Experimento e Material Vegetal

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Biotecnologia Vegetal localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), no município de Areia-PB. A casa de vegetação apresenta uma estrutura em forma de arco, coberta com plástico transparente, as laterais protegidas por telas e o piso revestido com concreto.

Foram utilizadas sementes de sete progênies de pimenteiras ornamentais (UFPB 17, UFPB 30, UFPB 35, UFPB 47, UFPB 53, UFPB 56 e UFPB 55 e UFPB 56) de *C. annuum* L., de população F_3 resultante da autofecundação da geração F_2 , derivada da autofecundação da primeira geração do cruzamento entre acessos UFPB 77.2, UFPB 134.1, pertencentes ao Banco de Germoplasma de *Capsicum* do CCA-UFPB. Os genótipos foram selecionados em experimento anterior, a partir de uma análise dialélica, qual já obteve dados publicados na revista Genetics and Molecular Research, através do artigo científico intitulado como: Combining ability for yield and fruit quality in the pepper *Capsicum annuum* e selecionados no programa de melhoramento de *Capsicum* CCA-UFPB, avaliados a partir de caracteres quantitativos e qualitativos estabelecidos pelo IPGRI (1995).

Em cada família F_3 foram avaliadas 30 plantas, e como testemunhas os pais e mais um acesso do Banco de Germoplasma (UFPB 77.2, UFPB 77.3, UFPB 134.1 e Calypso), sendo quatro repetições de cada acesso.

2.2 Material vegetal

As sementes foram colocadas para germinar em bandejas de isopor (poliestireno), contendo 200 células, preenchidas com substrato comercial plantmax[®]. As plantas com seis folhas definitivas foram transplantadas para vasos de 900 ml, contendo o mesmo substrato, e mantidas em casa de vegetação até frutificação, com pelo menos, 70% dos frutos maduros, que corresponde ao ponto de comercialização de acordo com Nascimento et al. (2015). Foram realizadas fertirrigações semanais com solução nutritiva e, quando se fez necessário, foi feito uso de defensivos para controle de pragas.

2.3 Aplicação de Etileno

Após atingirem ponto de comercialização, 70% dos frutos maduros, as plantas foram transferidas da casa de vegetação para o laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), para contagem de folhas, frutos e teor de clorofilas. Após a contagem, as plantas foram armazenadas em câmaras herméticas com capacidade para 60L (SANTOS et al., 2013; NASCIMENTO, 2015), as quais, foram colocadas em ambiente com temperatura de 25° C com 8-10 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ de irradiância fornecida por lâmpada fluorescente branca. A aplicação do etileno foi feita com seringa graduada, injetando-se o gás através de septos de silicone existentes nas câmaras, utilizando-se a concentração de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ (PPM), conforme figura 1.



Figura 1. Simulação esquemática do experimento para aplicação do hormônio etileno em pimenteiras ornamentais.

2.4 Avaliações

As contagens das variáveis folhas, frutos, clorofila a e clorofila b, foram realizadas antes dos tratamentos, após um período de 48h, 96h e 144h (tempo necessário para que a planta comece a apresentar perda de valor comercial). O critério para a contagem foi folhas expandidas que permanecessem nas plantas e os frutos que se apresentassem viçosos, sem nenhum sinal de murcha (OLIVEIRA, 2015). As perdas de folhas e frutos foram expressas em porcentagem, em relação ao tempo zero, após a exposição (NASCIMENTO et al., 2015a).

Para as variáveis clorofila a e b, foram analisadas 3 folhas, completamente expandidas, escolhidas aleatoriamente da base, da altura intermediária e do ápice de cada planta, usando-se o clorofilog. As avaliações foram realizadas obedecendo-se o mesmo intervalo citado para folhas e frutos.

2.5 Análise Estatística

Para análise de divergência genética, utilizou-se o método de agrupamento de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis. Calculou-se também, a importância relativa das características avaliadas (SINGH, 1981). Todas as análises estatísticas foram realizadas, utilizando-se o programa computacional GENES (CRUZ, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o método de otimização de Tocher, baseado na distância generalizada de Mahalanobis, foi possível observar que existe variabilidade nas famílias estudadas para fatores relacionados à pós-produção (Tabela 1). Nascimento (2015), trabalhando com genótipos de pimenteiras ornamentais observou a formação de sete grupos, Silva Neto et al., (2014) e Rêgo et al., (2013) trabalhando com geração segregante, observaram a formação de oito e dois grupos, respectivamente.

As famílias UFPB 47 e UFPB 17 foram as que apresentaram a maior formação de grupos, sendo estas formadas por oito grupos respectivamente. Estas duas famílias apresentaram comportamentos semelhantes quanto à sensibilidade

ao hormônio etileno, apresentando-se resistentes aos efeitos de senescência provocados por este fitohormônio, que afetam a qualidade pós-produção de pimenteiras ornamentais. Além disso, o maior número de indivíduos foi agrupado no grupo dois para ambas as famílias.

Dentro da família UFPB 47 o maior número de plantas foi agrupada no grupo 2 (15 plantas), o grupo três agrupou cinco plantas e o grupo um agrupou quatro plantas. O grupo quatro foi formado por apenas duas plantas (UFPB 47.24 e UFPB 47. 27), já as plantas UFPB 47.9, UFPB 47.14, UFPB 47.4 e UFPB 47.26 formaram grupos isolados, sendo estas pertencentes aos grupos 5,6,7 e 8 mutuamente. Esta família apresentou diversidade para resistência ao hormônio etileno, com algumas plantas, em minoria, suscetíveis a ação deletéria do fitohormônio. Recomenda-se a continuidade desta família para seleção, contudo as plantas pertencentes ao grupo quatro apresentaram-se suscetíveis a ação do hormônio, recomendando-se o descarte deste grupo.

A família UFPB 17 apresentou formação de oito grupos, o grupo dois agrupou 12 plantas, sendo este o maior grupo formado, o grupo três agrupou oito plantas, o grupo um formou grupo com três plantas (UFPB 17.5, UFPB 17.6 e UFPB 17.18), os grupos quatro e cinco agruparam duas plantas, já as plantas UFPB 17.2 (grupo seis), UFPB 17.25 (grupo sete) e UFPB 17.30 (grupo oito) formaram grupos isolados. Esta família apresentou boa resistência à ação do hormônio etileno, com baixa abscisão foliar e baixa degradação de clorofilas *a* e *b*, o que permitiu que as folhas permanecessem verdes, para a maioria das plantas desta família, durante o tempo de avaliação. Estas características pós-produção são de grande interesse ornamental, partindo-se do pressuposto que dentre as ações deletérias decorrentes da ação do hormônio, o amarelecimento e a abscisão de folhas configuram-se em fatores limitantes que podem reduzir a comercialização de pimenteiras ornamentais (NASCIMENTO et al., 2015).

Tabela 1. Agrupamento de sete famílias F₃ de *Capsicum annuum*, com base no método de Tocher.

Família	Grupos	Plantas
UFPB55	1	55.5, 55.6, 55.3, 55.4, 55. 14, 55. 11, 55.19, 55.17, 55. 13, 55.1, 55. 18, 55.21, 55. 20, 55. 10, 55.16, 55.8, 55.7, 55.28, 55.2, 55.12, 55. 22, 55.27
	2	55.24, 55.26, 55.15
	3	55.24, 55.26, 55.15
	4	55.9
	5	55.30
UFPB53	1	53.5, 53. 6, 53.3, 53.4, 53.14, 53.11, 53.19, 53.17, 53.13, 53. 1, 53.18, 53. 21, 53.20, 53.10, 53.16, 53.8, 53.7, 53. 28, 53.2, 53.12, 53.22, 53.27
	2	53.24, 53.26, 53. 15
	3	53.23, 53. 29, 53. 25
	4	53.9
	5	53.30
UFPB30	1	30.2, 30.18, 30.30, 30.14, 30.26, 30.16, 30.22, 30.20, 30. 11, 30. 10, 30. 17, 30. 9, 30. 12, 30. 8, 30.15, 30.27, 30.6, 30.19, 30.21, 30.13, 30.5
	2	30.24, 30.25, 30. 29
	3	30.3, 30.28, 30. 7, 30. 4
	4	30.1
	5	30.23
UFPB56	1	56.10, 56.27, 56.24, 56. 16, 56. 11, 56.23, 56. 7, 56.21, 56.20, 56.17, 56.14, 56.25, 56. 18, 56. 8, 56. 2, 56.9, 56.22, 56.26, 56. 6, 56.5, 56.13, 56.29, 56.28, 56. 19, 56. 4, 56.15, 56. 1, 56.12
	2	56.3
	3	56.30
UFPB35	1	35.20, 35.23, 35.22, 35.13, 35. 27, 35. 11, 35.21, 35.24, 35.17, 35.29, 35.26
	2	35.10, 35. 16, 35.6, 35.15, 35.25, 35.19, 35.9
	3	35.3, 35. 12, 35. 7, 35. 1, 35. 4
	4	35.5, 35. 8, 35.14
	5	35.28, 35.30
	6	35.18
	7	35.2
UFPB47	1	47.2, 47.11, 47.12, 47. 7, 47. 8, 47.25, 47. 6, 47.3, 47.13, 47.1, 47. 5, 47.16, 47. 20, 47.18, 47.17
	2	47.10, 47.30, 47. 22, 47.29, 47. 21
	3	47.24, 47.27
	4	47.9
	5	47.14
	6	47.4
	7	47.26
	8	47.26
UFPB17	1	17.5, 17. 6, 17. 18
	2	17.7, 17.14, 17.13, 17.15, 17. 9, 17.10, 17. 8, 17.11, 17. 17, 17.23, 17.16, 17.26
	3	17.21, 17. 28, 17. 29, 17. 22, 17. 20, 17.27, 17.3, 17.1
	4	17.4, 17.12
	5	17.19, 17.24
	6	17.2
	7	17.25
	8	17.30

A família UFPB 35 apresentou formação de sete grupos, com o maior número de plantas agrupadas no grupo um, o qual apresentou onze plantas. O grupo dois formou grupo com sete plantas, o grupo três agrupou cinco plantas, o grupo quatro formou grupo com três plantas, o grupo cinco agrupou duas plantas, já as plantas UFPB 35.18 e UFPB 35.2 formaram grupos isolados. Esta família foi a mais suscetível a ação do hormônio etileno, não sendo recomendado sua continuidade no programa de melhoramento com interesse por genótipos resistentes ao hormônio etileno. Já nas 48h de exposição foi possível observar perda foliar, quase que total, em todos os genótipos avaliados. Essa família era a mais diferente dentre todas as famílias avaliadas, apresentando frutos compridos e alaranjados. Ferreira (2016), trabalhando com estas mesmas famílias, objetivando selecionar genótipos mais promissores para continuidade do programa de melhoramento de pimenteiras ornamentais, também avaliou essa família como sendo diferente das demais famílias avaliadas, apresentando frutos compridos e de cor unicamente laranja, quando maduro, características pouco atrativas para fins ornamentais. No entanto essa família pode ser usada para o comércio de buquês, tendo-se em vista, que os frutos permanecem viçosos e seu desfolhamento ocorre de maneira rápida se exposta à ação do hormônio etileno em ambiente fechado.

As famílias UFPB 55 UFPB 53 e UFPB 30 formaram cinco grupos, com o maior número de indivíduos agrupados no grupo um. Essas famílias apresentaram-se resistentes para os efeitos deletérios ocasionados pelo etileno que é considerado um dos fatores que mais afeta a qualidade e a vida de vaso de plantas ornamentais (HOYER, 1996). Entretanto, dentre estas três famílias, a UFPB 30 foi a que se apresentou mais atrativa para o comércio de plantas ornamentais, sofrendo pouco desfolhamento e amarelecimento de folhas quando expostas a ação do hormônio etileno. Essas três famílias, além da resistência ao etileno, apresentam características atrativas para a ornamentação como, por exemplo, a variabilidade de cores dos frutos.

Dos cinco grupos formados pela família UFPB 55, houve agrupamento de vinte e duas plantas no grupo um, os grupos dois e três agruparam três plantas e as plantas 55.9 e 55.3 formaram grupos isolados. As plantas UFPB 55.1 e UFPB 55.6 apresentaram-se muito suscetíveis a ação do hormônio etileno, em contraste, as plantas UFPB 55.3 e UFPB 55.10 apresentaram-se bastante resistentes aos

efeitos provocados pelo hormônio etileno. Essas duas últimas plantas perderam poucas folhas e perderam pouca clorofila. Isto nos permite inferir que ainda existe muita variabilidade dentro desta família, sendo interessante continuar selecionando indivíduos dessa família para obter plantas que apresentem resistência ao hormônio etileno, pois, segundo Barroso et al. (2012), genótipos que expressem características de valor ornamental devem ser selecionados para prosseguir em programas de melhoramento.

A família UFPB 53 agrupou vinte e duas plantas no grupo um e três plantas nos grupos dois e três. As plantas UFPB 53.9 (grupo 4) e UFPB 53.30 (grupo 5) formaram grupos isolados. Dentro da família 53 o grupo cinco pode ser descartado, tendo-se em vista que a planta UFPB 53.30 apresentou muita sensibilidade ao hormônio etileno, apresentando raras folhas nas 144h de exposição ao hormônio. As plantas UFPB 53.4 e UFPB 53.5 também apresentaram muita sensibilidade ao hormônio, estas duas plantas apresentaram desfolhamento quase que total, restando na planta poucas folhas as quais eram diminutas. Não obstante, as plantas UFPB 53.6, UFPB 53.15 e UFPB 53.19 apresentaram grande resistência ao hormônio etileno, apresentando muitas folhas no tempo máximo de exposição ao etileno. Logo, o grupo um agrupou plantas que variaram de suscetíveis a resistentes, devendo selecionar dentro do grupo apenas as plantas mais resistentes para continuidade no programa de melhoramento, a fim de reduzir tempo e custos desnecessários.

A família UFPB 30 agrupou vinte e uma plantas no grupo um e quatro plantas no grupo três, já no grupo dois houve agrupamento de três plantas. As plantas UFPB 30.1 (grupo 4) e UFPB 30.23 (grupo 5), formaram grupos isolados. Dentro desta família as plantas UFPB 30.21, UFPB 30.23 e UFPB 30.30 foram as mais suscetíveis a ação do hormônio etileno. Para Rêgo et al. (2015), em programas de melhoramento genético com objetivo de desenvolver cultivares de pimenteiras ornamentais, é de interesse selecionar genótipos que reúnam características atrativas, tais como, crescimento rápido, resistência ao envelhecimento e melhoria de vida prateleira pós-produção. Dentro deste contexto, recomenda-se o descarte destas três plantas por se apresentarem suscetíveis a ação do hormônio o que se configura em reduzida vida de prateleira pós-produção.

A família UFPB 56 formou apenas três grupos, o maior grupo formado foi o grupo um (28 plantas), as plantas UFPB 56.3 (grupo 2) e UFPB 56.30 (grupo 3) formaram grupos isolados. O grupo três pode ser descartado em razão da planta pertencente a este grupo particular ter se apresentado vulnerável a ação do hormônio etileno, apresentando grandes perdas de folhas, caráter não atrativo para o comércio de plantas ornamentais, tendo-se em vista que grandes perdas foliares convergem para uma redução na qualidade visual e atividades fotossintéticas comprometendo a vida de vaso das plantas ornamentais (SEGATTO et al., 2013).

Pelo método de Singh (1981), determinou-se que das quatro características avaliadas as variáveis que mais contribuíram com a divergência genética foi abscisão de folhas para a maioria das famílias avaliadas, sendo esses valores percentuais: 25,33% (UFPB 55), 25,33% (UFPB 53), 26,64% (UFPB 30), 30,72% (UFPB 56), 20,10% (UFPB 35) e 28,45% (UFPB 17) e teor de clorofila *b*, que apresentou as seguintes percentagens: 31,49% (UFPB 55), 31,49% (UFPB 53), 26,61% (UFPB 30), 30,17% (UFPB 35), 27,33% (UFPB 17). Contudo para a família UFPB 47 a variável que mais contribuiu com a divergência genética foi abscisão de frutos com 23,82% e tanto para a família UFPB 47 como para a família UFPB 56 a segunda variável que mais contribuiu com a divergência genética foi o teor de clorofila *a* (Tabela 2).

A variável que menos contribuiu com a divergência genética foi abscisão de frutos para quase todas as famílias avaliadas (Tabela 2), sendo os valores, por família, os seguintes: 19,34% (UFPB 55), 19,34% (UFPB 53), 23,33% (UFPB 30), 14,31% (UFPB 56) e 19,62% (UFPB 35).

Para a famílias UFPB 47 a característica que menos contribuiu para a divergência foi teor de clorofila *b* (22,41%) e para a família UFPB 17 a característica que menos contribuiu foi e teor de clorofila *a* (19,75%) (Tabela 2).

O método de Singh (1981) considera de menor importância características que apresentem pouca variabilidade (ROTILI et al., 2012). Nesta pesquisa foi possível observar que as características avaliadas variaram dentro das famílias estudadas, conforme Rêgo et al. (2013), contudo a importância da abscisão de folhas predominou para a maioria das famílias (Tabela 2).

Tabela 2. Contribuição relativa das variáveis mais importantes para divergência genética dentro de famílias F₃ em *C. annuum* (SINGH, 1981).

UFPB 55	
Variável	Valor em Porcentagem
Abscisão de Folhas	25.3338
Abscisão de Frutos	19.3411
Clorofila <i>a</i>	23.8273
Clorofila <i>b</i>	31.4978
UFPB 53	
Abscisão de Folhas	25.3338
Abscisão de Frutos	19.3411
Clorofila <i>a</i>	23.8273
Clorofila <i>b</i>	31.4978
UFPB 30	
Abscisão de Folhas	26.6436
Abscisão de Frutos	23.3336
Clorofila <i>a</i>	23.4072
Clorofila <i>b</i>	26.6156
UFPB 56	
Abscisão de Folhas	30.7262
Abscisão de Frutos	14.3179
Clorofila <i>a</i>	31.7675
Clorofila <i>b</i>	23.1884
UFPB 35	
Abscisão de Folhas	20.1092
Abscisão de Frutos	19.6244
Clorofila <i>a</i>	30.0933
Clorofila <i>b</i>	30.1731
UFPB 47	
Abscisão de Folhas	23.7029
Abscisão de Frutos	23.8256
Clorofila <i>a</i>	30.0533
Clorofila <i>b</i>	22.4183
UFPB 17	
Abscisão de Folhas	28.4594
Abscisão de Frutos	24.4493
Clorofila <i>a</i>	19.7581
Clorofila <i>b</i>	27.3332

O objetivo da avaliação da importância relativa dos caracteres consiste na possibilidade de se descartar características que apresentem baixa contribuição para discriminação do material avaliado, o que reduz fatores como tempo, mão de obra e custos desnecessários na unidade experimental (ALVES et al., 2003). Além disto, Ferreira (2016) afirma que a importância das características pode variar dentro de uma mesma espécie.

Nesta pesquisa foi possível observar que as importâncias das características variaram para as famílias estudadas, tomando-se como exemplo, a família UFPB 47 que apresentou a característica abscisão de frutos como a que mais contribuiu para divergência genética e a clorofila *b* como a característica que menos contribuiu,

contrastando com todas as outras famílias avaliadas, que apresentaram a abscisão de folhas como a característica que mais contribuiu. Isto pode ter acontecido em razão desta família apresentar facilidade para desprendimento do fruto, observação feita por Ferreira (2016) que em seu estudo caracterizou os frutos desta pimenteira ornamental como de fácil desprendimento. Esta característica merece atenção em plantas com facilidade de desprendimento do fruto, como no caso particular desta família, pois, quanto mais difícil o desprendimento do fruto da planta mais resistência apresentará em situações onde possa ser exposta a ação do hormônio etileno, especialmente, durante o transporte.

Para as famílias UFPB 55 e UFPB 53 a soma das três primeiras variáveis responderam por 68,49% da variabilidade encontrada, sendo a abscisão de frutos a característica que menos contribuiu para as duas famílias, podendo esta variável ser descartada, para estas famílias, em futuros estudos relacionados a resistência da planta ao hormônio etileno. Os frutos destas famílias apresentaram persistência intermediária e fácil desprendimento do fruto da planta, respectivamente, segundo dados de FERREIRA (2016). Para a família UFPB 55 existe pouca necessidade de avaliar esta característica, partindo-se da premissa de que os frutos desta família, por se apresentarem moderadamente persistentes, irão resistir à ação do hormônio perdendo poucos frutos. Já para a família UFPB 53, se esta característica apresentou pouca importância, pode-se inferir que as maiores dos indivíduos apresentaram comportamento semelhante para esta variável.

Para as demais famílias estudadas as somas das três primeiras variáveis responderam por 69,81% (UFPB 35), 72,64 % (UFPB 17), 73,37% (UFPB 30), 76,79% (UFPB 56) e 77,64% (UFPB 17). Para as famílias UFPB 30, UFPB 56 e UFPB 35, a característica que menos contribuiu para a variabilidade encontrada foi a abscisão de frutos, apresentando valores de 23,33%, 14,31% e 19,62% respectivamente, podendo esta variável ser descartadas em estudos que visem selecionar indivíduos resistentes ao etileno dentro destas famílias. Já para a família UFPB 47 a variável que menos contribuiu para a variabilidade encontrada foi teor de clorofila *b* (22,41%) e para a família UFPB 17 a característica que menos contribuiu foi teor de clorofila *a* (19,75%). Rêgo et al. (2003) afirma que variáveis que apresentem baixa contribuição ou nenhuma contribuição para a variabilidade, devem ser descartados em estudos de divergência genética.

Para Silva-Neto et al. (2014), as diferenças de contribuição encontradas nas características estudadas, implica dizer que ainda existe muita variabilidade na população base, tornando-a uma ferramenta eficaz em programas de seleção. Além disso, as importâncias das características podem variar para a mesma espécie.

4. CONCLUSÕES

Foi possível detectar que todas as famílias de pimenteiros ornamentais apresentaram diversidade.

Recomenda-se a continuidade das famílias UFPB 17, UFPB 47 e UFPB 30 para a continuidade no programa de melhoramento com pimenteiros ornamentais, com vistas a selecionar plantas resistentes ao etileno, por apresentar maior diversidade.

Recomenda-se a continuidade das variáveis analisadas, para estudos de diversidade genética, com vistas a selecionar plantas resistentes a ação do hormônio etileno.

5. REFERÊNCIAS

- ALVES, M.; GARCIA, A. A. F.; CRUZ, E. D.; FIGUEIRA, A. Seleção de Descritores Botânicos – Agronômicos para Caracterização de Germoplasma de Cupuaçuzeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 07, p. 807-818, 2003.
- BARROSO, P. A.; PESSOA, A. M. DOS S.; MEDEIROS, G. D. A.; SILVA-NETO, J. J. RÊGO, E. R. RÊGO, M. M. Genetic control of seed germination and physiological quality in ornamental Pepper. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 409-414, 2015.
- BARROSO, P. A.; REGO, M. M.; REGO, E. R.; PESSOA, A. M. S.; SOARES, W. S.; MESQUITA, J. C. P.; SILVA NETO, J. J. Diversidade genética e importância relativa de caracteres em família de pimenteiros ornamentais (*Capsicum annuum* L.). **Revista Magistra**, v. 25, p. 276, 2013.
- BARROSO, P. A.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; NASCIMENTO, K. S.; C.; OTONI, W. C. Analysis of segregating generation for components of seedling and plant height of pepper (*Capsicum annuum*) for medicinal and ornamental purposes. **Acta Horticulturae**, n. 953, p. 269 – 275, 2012.
- BATISTA, D. S.; DIAS, L. L. C.; MACEDO, A. F.; RÊGO, M. M.; RÊGO, E. R.; FLOH, E. I. S.; FINGER, F. L.; OTONI, W. C. Suppression of ethylene levels promotes morphogenesis in pepper (*Capsicum annuum* L.). In Vitro Cellular & Developmental Biology. **Plant**, v. 1, p. 1-1, 2013.

COSTA, M. P. S. D.; RÊGO, M. M.; SILVA, A. P. G.; RÊGO, E. R.; BARROSO, P. A. Characterization and genetic diversity of pepper (*Capsicum* spp) parents and interspecific hybrids. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, p. 1-12, 2016.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. 583p.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Editora UFV, 2011. 620p.

CRUZ, C. D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v, 35, n. 3, p. 271-276, 2013

CRUZ, C. D. VENCOVSKY, R.; CARVALHO, S. P. Estudo sobre divergência genética. Comparação de técnicas multivariadas. **Revista CERES**, v.41, n. 234, p.191-201,1994.

FAO - Food and Agricultural Organization of the United Nations. **FAOSTAT**. Disponível em:<<http://faostat3.fao.org/faostatgateway/go/to/download/Q/QV/E>>. Acesso em 01.03.2017.

FERREIRA, K. T. C. **Seleção entre e dentro de população base de pimenteiras para fins ornamentais**. 2016. 51f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

FINGER, F. L.; RÊGO, E. R.; SEGATTO, F. B.; NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, M. M. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. **Informe Agropecuário**, p.33:14-20, 2012.

FINGER, L. F. SILVA, T. P. SEGATTO, F. B. BARBOSA, J. G. Inibition of ethylene response by 1- methycyclopropene in potted ornamental pepper. **Ciência Rural**, v. 45, n. 6, 2015.

FINGER, F. L.; PEREIRA, M. P. Physiology and Postharvest of Pepper Fruits. In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, L. F. Production and Breeding of Chili Peppers (*Capsicum* spp.) **Springer**, 2016

HOYER, L. Critical ethylene exposure for *Capsicum annuum* 'Jane' is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage. **Journal of horticultural Science**, v. 71, p. 621-628, 1996

IPGRI- INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE. **Descriptors for *Capsicum***. Rome: IBPGRI, 1995. 49p

LEITE, P. S. S.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, N. F. F.; NASCIMENTO, M. F.; SANTOS, R. M. C.; FORTUNATO, L. G. Variabilidade fenotípica em geração F₂ de pimenteira ornamental. **Horticultura Brasileira**, v.29, n. 2, p. 3030-3035, 2011.

MESQUITA, J. C. P.; REGO, E. R.; SILVA NETO, J. J.; BARROSO, P. A.; CAVALCANTE, L. C.; NASCIMENTO, N. F. F.; NASCIMENTO, M. F.; REGO, M. M. Diversidade genética e importância relativa de caracteres morfo-agronômicos em geração F₃ de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annum* L.). **Revista Magistra**, v. 25, p. 278, 2013.

NASCIMENTO, N. F. F. Variabilidade, correlação, análise de trilha e fatores de sensibilidade ao etileno em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annum* L.). 2015. 76f. **Tese** (Doutorado em Genética e Melhoramento). Universidade Federal de Viçosa, 2015.

NASCIMENTO, M. F.; RÊGO, E. R. NASCIMENTO, N. F. F.; SANTOS, R. M. C.; BRUCKNER, C. H.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Correlation between morfoagronomic traits and resistance to ethylene action in ornamental peppers. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 151-154, 2015a.

NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; FINGER, F. L.; SILVA-NETO, J. J.; RÊGO, M. M. Heritability and variability for port traits in a segregating generation of ornamental pepper. **Acta Horticulturae**, v. 953, p. 299-304, 2012.

OLIVEIRA, M. M. T. Resposta ao etileno e ação do 1 MCPe do STS na longevidade de pimenteiras ornamentais. Dissertação (mestrado). 2015. 69 f. Universidade Federal de Viçosa, 2015.

PESSOA, A. M. S.; REGO, E. R.; BARROSO, P. A.; RÊGO, M. M. Genetic Diversity and Importance of Morpho-Agronomic Traits in a. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 195-200, 2015.

PINHEIRO, J. B.; AMARO, G. B.; PEREIRA, R. B. Nematóides em pimentas do gênero *Capsicum*. Brasília: Embrapa Hortaliças. **Circular Técnica**, 2012. 9p.

PINTO, C. M. F.; SANTOS, I. C.; PINTO, F. A. Importância sócio-econômica da pimenta (*Capsicum* spp). In: RÊGO E. R.; FINGER, L. F.; RÊGO, M. M. Produção genética e melhoramento de Pimentas. **Imprima**, 2011.

PINTO, C. M. F.; SANTOS, I. C.; ARAÚJO, F. F. SILVA, T. P. Pepper Importance and Growth (*Capsicum* spp). In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. Production and breeding of Chilli Peppers (*Capsicum* spp). **Springer**, 2016.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. Methodological basis and advances for ornamental pepper breeding program in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 309-314, 2015.

RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, N. F. F.; NASCIMENTO, M. F.; FINGER, F. L. Phenotypic variability and importance of characters in a F₂ segregating generation of ornamental chili (*Capsicum annum*). **Acta horticulturae**, v. 1000, p. 493-498, 2013.

RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Consumption of Pepper in Brazil and its Implications on Nutrition and Health of Humans and Animals. In: Pepper: Nutrition, Consumption and Health (Salazar MA and Ortega JM, eds.). **Science Publishers**, New York, 159-170, 2012.

RÊGO, E. R.; SILVA, D. F.; RÊGO, M. M.; SANTOS, R. M. C.; SAPUCAY, M. J. L. C.; SILVA, D. R. Diversidade entre linhagens e importância de caracteres relacionados à longevidade em vaso de linhagens de pimenteiras ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental (Impresso)**, v. 16, p. 165-168, 2010.

RÊGO, E. R.; ARAÚJO, E. R.; BATISTA, D. S.; SAPUCAY, M. J. C.; MEDEIROS, M. S.; COLARES, P. N. Q.; RÊGO, M. M. Perda de água pós-colheita em dez linhagens de pimenta. **Horticultura Brasileira**. V.27, n.2, 2009.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; CRUZ, C. D.; FINGER, F. L.; AMARAL, D. S. S. L. Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variables methods. **Crop Breed. Appl. Biotechnol**, v.3, p. 19-26, 2003

ROTILI, E. A.; CANCELLIER, L. L.; DOTTO, M. A.; PELUZIO, J. M.; CARVALHO, E. V. Divergência Genética em genótipos de milho, no Estado do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 516-521, 2012.

RUFINO, J. L. S.; PENTEADO, D. C. S. Importância econômica perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 235, p.7-15, 2006.

SANTOS, R. M. C.; RÊGO, E. R.; FERREIRA, A. P. S; NASCIMENTO, M. F.; NASCIMENTO, N. F. F.; COCA, G. C.; RÊGO, M. M.; BORÉM, A.; FINGER, L. F. Inhibition of ethylene action by 1-MCP in post-production Ornamental Peppers. **Acta Horticulturae**, v. 1060, p. 255-259, 2015.

SANTOS, R. M. C.; NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F. BORÉM, A.; FINGER, F. L.; COSTA, D. S. Ethylene resistance in a F2 population of ornamental Chili Pepper (*Capsicum annuum*). **Acta Horticulturae**, v. 1000, p. 433-438, 2013.

SEGATTO, F. B., Finger, F. L.; BARBOSA, J. G.; RÊGO, E. R.; PINTO, C. M. F. Effects of ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum*). **Acta Horticulturae**, v.1000, p. 217-222, 2013

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 41, n. 02, p. 237-245, 1981.

SIGNORINI, T.; RENESTO, E.; MACHADO, M. F. P. S.; BESPALHOK D. N.; MONTEIRO, E. R. Diversidade genética de espécies de *Capsicum* com base em dados de isozimas. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 534-539, 2013.

SILVA NETO, J. J.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA FILHO, V. A. L.; ALMEIDA NETO, J. X.; RÊGO, M. M. Variabilidade em população base de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.). **Revista Ceres**, v. 61, p. 84-89, 2014